



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA PODNIKATELSKÁ**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

**ÚSTAV INFORMATIKY**

INSTITUTE OF INFORMATICS

**APLIKACE FUZZY LOGIKY PRO VYHODNOCENÍ  
DODAVATELŮ FIRMY**

THE APPLICATION OF EVALUATION FOR RATING OF SUPPLIERS FOR THE FIRM

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Lukáš Minár**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**

**BRNO 2017**

## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Bc. Lukáš Minár**  
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Informační management  
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

### Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů firmy

#### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Teoretická východiska práce  
Analýza problému a současné situace  
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

#### Cíle, kterých má být dosaženo:

Vymezení řešeného problému a stanovení celkového a dílčích cílů. Provedení teoretického popisu základů použité teorie prostředků umělé inteligence, popis a analýza problému, vyhodnocení současné situace, provedení návrhu řešení a zhodnocení přínosu návrhu řešení.

#### Základní literární prameny:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.

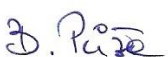
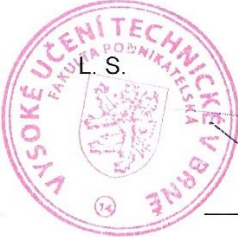

DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. New Jersey: Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.

MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s.  
ISBN 978-80-200-2276-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 28. 2. 2017

 _____ doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc. ředitel		 _____ doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D. děkan
--	---	--

## **ABSTRAKT**

Táto diplomová práca sa zaoberá hodnotením dodávateľov a výberom najlepšieho z nich pre spoločnosť Fast & Healthy food services, s.r.o. Popisuje metódy a postup tvorby modelov za pomoci využitia fuzzy logiky. Cieľom je vytvorenie dvoch rozhodovacích modelov, model vytvorený v prostredí MS Excel a model vytvorený v prostredí MATLAB, ktoré uľahčia rozhodovanie medzi viacerými dodávateľmi.

## **ABSTRACT**

This diploma thesis is focused on the evaluation of suppliers the selection of the best one for company Fast & Healthy food services, s.r.o. This work describes methods and the process of model creation using fuzzy logic. The aim is to establish two decision models, a model created in MS Excel and a model created in MATLAB which simplify the selection of the supplier.

## **KĹÚČOVÉ SLOVÁ**

Fuzzy logika, rozhodovací systém, fuzzy model, dodávatelia, Visual Basic, MS Excel, MATLAB.

## **KEYWORDS**

Fuzzy logic, decision-making system, fuzzy model, suppliers, Visual Basic, MS Excel, MATLAB.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA**

MINÁR, L. *Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů firmy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 75 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc..

## **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.  
Prehlasujem, že citácie použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (vo zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 26. mája 2017

## **POĎAKOVANIE**

V prvom rade by som sa chcel poďakovať vedúcemu mojej diplomovej práce pánovi prof. Ing. Petrovi Dostálovi, CSc. za cenné rady a pripomienky poskytnuté na konzultáciách , ktoré mi boli nápomocné pri vypracovaní mojej diplomovej práce. Ďalej by som sa chcel poďakovať spoločnosti Fast & Healthy food services, s.r.o., menovite pánovi Ing. Petrovi Straňákovi za poskytnutie informácií, ktoré som využil pri spracovaní tejto diplomovej práce. V neposlednom rade patrí veľká vďaka mojej rodine, ktorá ma podporovala počas celého môjho štúdia.

# OBSAH

ÚVOD .....	10
VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIELE PRÁCE .....	12
1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ .....	13
1.1 Fuzzy logika .....	13
1.1.1 História fuzzy logiky .....	14
1.1.2 Operácie fuzzy logiky .....	15
1.1.3 Proces fuzzy spracovania .....	16
1.1.4 Príklady na využitie fuzzy logiky .....	18
1.2 MS EXCEL .....	19
1.2.1 Postup pri tvorbe rozhodovacieho systému .....	19
1.3 MATLAB .....	22
1.3.1 Fuzzy Logic Toolbox .....	23
1.3.2 Model s využitím GUI .....	27
1.3.3 M – súbor .....	29
2 ANALÝZA SÚČASTNEJ SITUÁCIE .....	30
2.1 Predstavenie spoločnosti .....	30
2.1.1 Predmet činnosti podnikania .....	30
2.1.2 Logo spoločnosti .....	31
2.1.3 Organizačná štruktúra .....	32
2.2 Súčasný spôsob hodnotenia dodávateľov .....	32
2.2.1 Kritériá pre hodnotenie dodávateľov .....	32
3 VLASTNÉ NÁVRHY .....	35
3.1 Spracovanie fuzzy modelu v programe MS Excel .....	35
3.1.1 List „Program“ .....	36



3.1.2	List „Matice“.....	39
3.1.3	List „Zoznam dodávateľov“.....	43
3.2	Spracovanie fuzzy modelu v programe MATLAB .....	45
3.2.1	Postup pri spracovaní v programe matlab.....	46
3.2.2	Rozdelenie systému na časti - podsystémy.....	46
3.2.3	Vytvorený fuzzy model .....	47
3.2.4	Tvorba pravidiel.....	50
3.2.5	Formulár vyhodnotenia.....	53
3.3	Praktické využitie modelu.....	57
3.3.1	Potencionálny dodávateľia .....	57
3.3.2	Vyhodnotenie dodávateľov v prostredí MS Excel.....	59
3.3.3	Vyhodnotenie dodávateľov v prostredí MATLAB.....	61
3.3.4	Porovnanie výsledkov v prostredí MS Excel a v MATLABe .....	63
3.4	Prínos návrhov riešení.....	65
	ZÁVER .....	67
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	69
	ZOZNAM TABULIEK .....	71
	ZOZNAM OBRÁZKOV .....	72
	ZOZNAM GRAFOV .....	74
	ZOZNAM PRÍLOH.....	75

## ÚVOD

V dnešnej dobe je veľmi dôležité vybrať kvalitného a spoľahlivého dodávateľa, pretože to je jeden z kľúčových bodov možného úspechu spoločnosti. Nemôžeme dodávateľa hodnotiť napríklad len podľa kvality a ceny dodávaného výrobku, musíme brať do úvahy viacero kritérií, ktoré nám pomôžu odhaliť možné nedostatky u potencionálnych dodávateľov a vybrať toho najlepšieho z nich. Preto je potrebné sledovať aj iné parametre alebo kritériá dodávateľa, ako napríklad dobu dodania výrobku, za ktorú je dodávateľ schopný výrobok dodať spoločnosti, balenie výrobku alebo aký je záujem dodávateľa o možnú zákazku.

Z týchto dôvodov je potrebné, aby sa každá spoločnosť rozhodovala pri výbere dodávateľa podľa kritérií, ktoré sú pre ňu najdôležitejšie. Najlepšou možnosťou by bolo, ak by každá spoločnosť disponovala s nejakým rozhodovacím systémom, ktorý by jej jednoducho pomohol určiť a vyhodnotiť, s ktorým dodávateľom by bolo rozumné naviazovať spoluprácu a s ktorým dodávateľom určite nie.

Každá spoločnosť pri výbere dodávateľa môže využívať rôzne nástroje využívajúce princípy umelej inteligencie. Medzi tieto nástroje v neposlednom rade patrí aj fuzzy logika, pomocou ktorej môžeme vytvoriť rozhodovací model a možnosť spracovať veľké kvantum dát pri rozhodovaní.

Táto diplomová práca je zameraná na využitie fuzzy logiky pri hodnotení dodávateľov pre spoločnosť Fast & Healthy food services, s.r.o. Výsledný systém bude vytvorený pomocou programu MS Excel a následne pomocou fuzzy logic toolboxu v MATLABe. Na záver tejto práce budú výsledky z týchto dvoch systémov porovnané a pomocou nich budú vyhodnotení niektorí z vybraných dodávateľov.

Kapitola 1 jedna je venovaná popisu a teoretickým východiskám danej problematiky, taktiež rozboru jednotlivých fuzzy modelov v prostredí MS Excel a MATLAB, ktoré budú potrebné pre spracovanie ďalšej časti práce.

Kapitola 2 popisuje analýzu súčasného stavu spoločnosti, sú tu uvedené základné informácie o spoločnosti, ale aj činnosť podnikania alebo organizačná štruktúra spoločnosti. V tejto kapitole sú uvedené taktiež kritériá, podľa ktorých sa spoločnosť rozhoduje pri výbere vhodného dodávateľa.

Kapitola 3 popisuje vlastné riešenie vyhodnotenia dodávateľov pomocou spomínaných fuzzy modelov v prostredí MS Excel a taktiež MATLAB pomocou Fuzzy Logic Toolbox. Táto kapitola popisuje taktiež praktické využitie modelov a prináša návrh riešení pre spoločnosť.

## VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIELE PRÁCE

Hlavným cieľom tejto práce je aplikácia fuzzy modelov pre vyhodnotenie dodávateľov spoločnosti Fast & Healthy food services, s.r.o.. Hodnotenie dodávateľov bude zistené pomocou dvoch fuzzy modelov, ktoré boli zhotovené v prostredí MS Excel a v MATLABe na základe kritérií poskytnutých od spoločnosti. Na základe týchto modelov budú vyhodnotení dodávatelia spoločnosti, teda s ktorými dodávateľskými spoločnosťami by mala spoločnosť zvážiť spoluprácu.

Čiastočné ciele:

- Navrhnutie hodnotiacich atribútov dodávateľov
- Vytvorenie fuzzy modelov v prostredí MS Excel a MATLABe
- Vyhodnotenie a porovnanie oboch fuzzy modelov
- Zhodnotenie praktického využitia modelov
- Celkové zhodnotenie fuzzy modelov a prínos návrhov riešení pre spoločnosť

# 1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

V druhej kapitole tejto diplomovej práce budú spracované teoretické východiská, ktoré sú základom pre tvorbu vlastných návrhov.

Prvá časť je venovaná fuzzy logike a obsahuje základné informácie o fuzzy logike, históriu fuzzy logiky, ako prebieha proces fuzzy spracovania a taktiež príklady, v ktorých sa fuzzy logika využíva.

Druhá časť tejto kapitoly je venovaná programu MS Excel, a postupu návrhu fuzzy modelu v tomto prostredí.

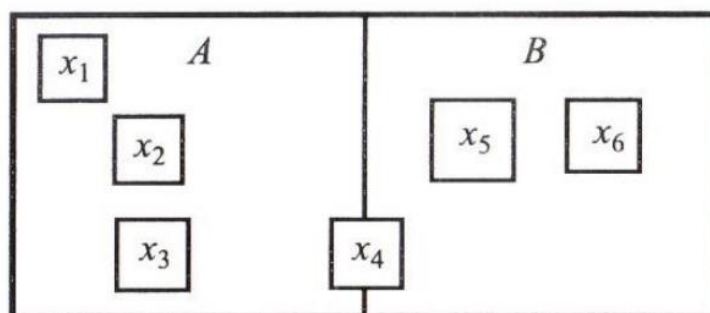
Posledná, tretia časť sa zameriava na software MATLAB, konkrétne na nadstavbu Fuzzy Tool Logic Toolbox.

## 1.1 Fuzzy logika

Fuzzy logika bola ako prvá predstavená profesorom L. Zadehom na Kalifornskej univerzite v roku 1965. Slovo fuzzy pochádza z angličtiny a znamená “neostrý“, “neurčitý“, “nejasný“. Je to druh logiky, ktorá rozoznáva viac než len pravdivé a nepravdivé hodnoty, na rozdiel od klasickej logiky [1].

Hlavným prínosom tejto logiky je, že dokáže zahrnúť nepresnosti a to pomerne jednoduchým spôsobom pracovať s významami slov prirodzeného jazyka [11].

Príkladom reálnej situácie môže byť situácia znázornená na obrázku 1: Patrí predmet  $x_4$  do množiny A alebo do množiny B? Klasická teória umožňuje len dve odpovede, a to, že predmet  $x_4$  do množiny A patrí a že predmet  $x_4$  do množiny A nepatrí. Z hľadiska tejto teórie je nekorektné, aby pozorovateľ povedal, že polovica predmetu náleží do množiny A druhá polovica do množiny B. Avšak práve táto odpoveď skutočnosť vystihuje oveľa lepšie [2].



**Obrázok 1: Príklad reálnej situácie** (Zdroj: [2])

V niektorých reálnych situáciách je užitie klasické teórie množín pre popis nevhodné. Fuzzy logika funguje na podobnom princípe ako rozhodovanie človeka pri činnosti v duševnej či fyzickej oblasti alebo u činností, ktoré nemožno úplne algoritmizovať. Metóda, ktorá užíva fuzzy množiny sa dá použiť v oblasti riadenia firiem [4].

### 1.1.1 História fuzzy logiky

Vďaka fuzzy logike bolo v poslednej dobe vyvinutých viacero prístrojov, spotrebičov alebo výrobkov, ktoré v sebe využívali princíp fuzzy logiky. Najviac fuzzy logiky je využívané v Japonsku, Nemecku, USA, ale aj ostatné krajiny sveta nechcú zaostávať [6].

V dobách starovekého Grécka hlásal filozof Aristoteles, že svet je tvorený protikladmi (žena a muž, studený a teplý). Všetko musí byť A alebo B. Nič nemôže byť zároveň A aj B. Táto filozofia bola prebraná celým svetom a postupne sa prispôsobila [6].

V roku 1901 Objavil britský matematik Bertrand Russell paradox, ktorý navždy zmenil teóriu množín. Jedná sa o Russelov Paradox, ktorý stojí na počiatku fuzzy logiky. Veľmi známy variant tohto paradoxu sa nazýva tzv. holičov paradox. Holič holí mužov, ktorí sa neholia sami, ak sa teda zamyslíme nad tým, že sa holí sám, nedokážeme jednoznačne odpovedať [6].

Ako bolo vyššie spomenuté, za zakladateľa fuzzy logiky je považovaný L. Zadeh, ktorý v roku 1965 premýšľal nad tým, či by sa logika dala využiť aj u strojov. Univerzita

v Londýne v roku 1974 navrhla experimentálny fuzzy ovládač pre parný stroj. V roku 1980 využila dánska spoločnosť fuzzy logiku pri výrobe cementu u cementárskych pecí. V roku 1983 vyrobila japonská spoločnosť Fuji Electric fuzzy ovládanie, ktoré riadilo chemické vstrekovanie u čistení rastlín vodou. V roku 1987 v Japonsku bol uvedený dopravný systém, ktorý pomocou fuzzy logiky riadil prevádzku japonského metra. Dnes je používaná fuzzy logika v rôznych oboroch, od teórie riadenia po umelú inteligenciu [6].

### 1.1.2 Operácie fuzzy logiky

Medzi základné operácie fuzzy logiky patrí [3]:

#### Sčítani

$$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d] \quad (1.1)$$

#### Odčítanie

$$[a, b] - [c, d] = [a - c, b - d] \quad (1.2)$$

#### Násobenie

$$[a, b] * [c, d] = \min(a*c, a*d, b*c, b*d), \max(a*c, a*d, b*c, d) \quad (1.3)$$

#### Delenie

$$[a, b] / [c, d] = \min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d) \quad (1.4)$$

Fuzzy logika využíva aj logické operácie, konkrétne prienik (vyjadrený logickým operátorom A), zjednotenie (vyjadrený logickým operátorom lebo) a doplnok (vyjadrený logickým operátorom Dop). Tieto logické operátory sa nachádzajú v pravidlách, ktoré sú vyjadrené pomocou podmienkových viet typu Keď, Potom [3].

### Prienik

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (1.5)$$

### Zjednotenie

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (1.6)$$

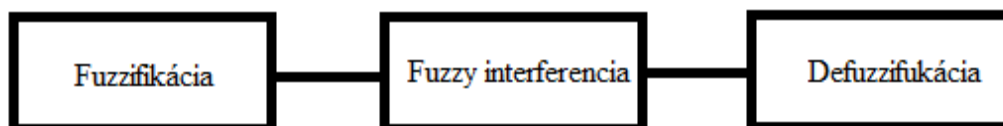
### Doplnok

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (1.7)$$

Existujú ešte ďalšie operácie, ktoré sú definované nad fuzzy množinami, a to obmedzený súčet, obmedzený rozdiel, mocnina a súčin fuzzy množiny [2].

#### 1.1.3 Proces fuzzy spracovania

Pri riešení problému metódou fuzzy sú robené tri základné kroky a to sú fuzzifikácia, fuzzy interferencia a defuzzifikácia [1].



Obrázok 2: Rozhodovanie riešené fuzzy spracovaním (Zdroj: [1])

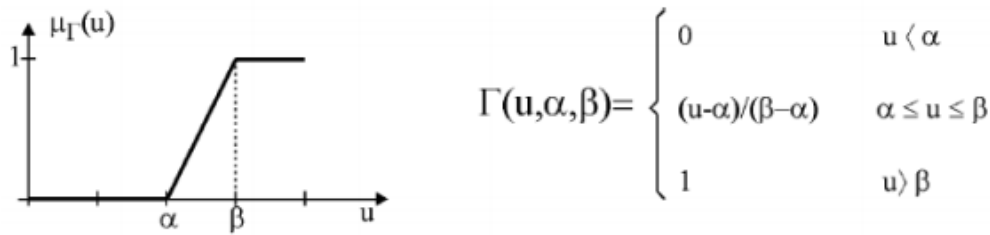
### Fuzzifikácia

V prvom kroku sú premenené reálne premenné na jazykové premenné, ktorých hodnoty sú slová alebo vety prirodzeného alebo umelého jazyka. Takto reprezentované premenné sú blízke ľudskému uvažovaniu. Jazykovú premennú je možné popísať

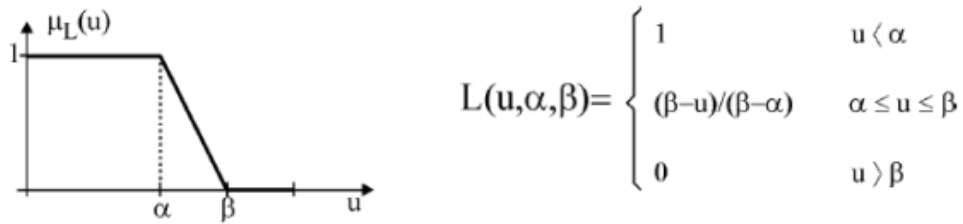


pomocou usporiadanej štvorice ( X, LX, U,  $M_x$ ), kde X je názov jazykovej premennej, LX je množina ich slovných hodnôt, U je univerzum, v ktorom sa daná fyzikálna veličina pohybuje a  $M_x$  predstavuje funkciu vyjadrujúcu význam slovných hodnôt pomocou fuzzy množín [2].

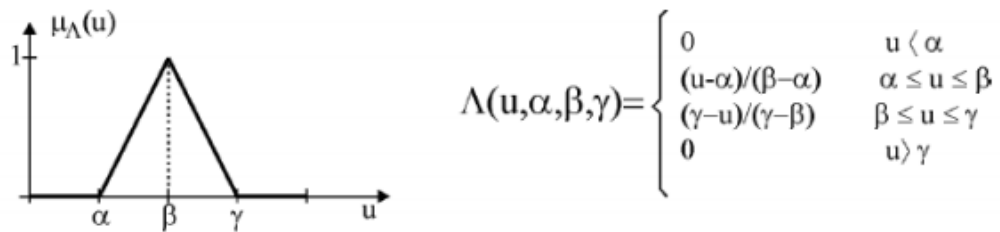
Existuje celá rada funkcií príslušnosti. Z dôvodu jednoduchosti sú najčastejšie používané po častiach lineárne funkcie [2].



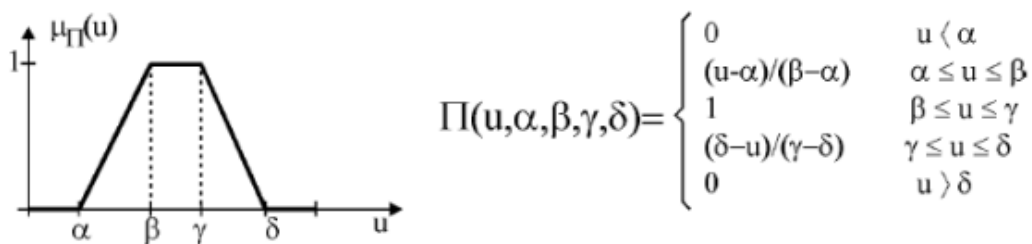
Obrázok 3: Priebeh a definícia  $\Gamma$  funkcie (Zdroj: [2])



Obrázok 4: Priebeh a definícia L funkcie (Zdroj: [2])



Obrázok 5: Priebeh a definícia  $\Lambda$  funkcie (Zdroj: [2])



Obrázok 6: Pribeh a definícia  $\Pi$  funkcie (Zdroj: [2])

### Fuzzy interferencia

V rámci druhého kroku sa na základe vstupných parametrov nadefinujú pravidlá pomocou podmienok <Keď>, <Potom>, podmienka je vyjadrená pomocou dvoch fuzzy výrokov ako [2]:

AK <fuzzy výrok - antecedent> POTOM <fuzzy výrok – konsekvent>

Jednotlivé výroky sú viazané logickými spojkami (AND, OR). Pravidlá teda určujú vzťah medzi zvolenými vstupnými a výstupnými hodnotami. Každému pravidlu je treba ďalej priradiť jeho váhu. Výstupom fuzzy interferencie je jazyková premenná [3].

### Defuzzifikácia

Posledným krokom je defuzzifikácia, ktorá prevádza výsledok predchádzajúceho kroku, fuzzy interferencie na reálne hodnoty. Takou reálnou akciou môže byť stanovenie výšky rizika, pričom cieľom defuzzifikácie je prevod fuzzy hodnoty výstupnej premennej takým spôsobom, aby bol fuzzy výpočet reprezentovaný čo najlepšie [3].

#### 1.1.4 Príklady na využitie fuzzy logiky

Existuje veľké množstvo príkladov pre aplikáciu fuzzy logiky. Z najznámejších je to napríklad vyhodnocovanie rizika a rozhodnutia, či je vhodné zrealizovať investíciu, alebo nie. Vstupné atribúty potom môžu byť napríklad politické riziko, finančné riziko, ekologické riziko alebo predajné riziko [3].

Ďalším príkladom je použitie fuzzy logiky pri kúpe bytu alebo nehnuteľností. Vstupnými atribútmi by potom boli napríklad počet miestností, veľkosť bytu, vlastníctvo, poloha, cena alebo absencia záhrady [3].

Veľmi zaujímavý je príklad hľadania ideálnej partnerky pomocou fuzzy logiky. Vstupnými atribútmi by mohli byť napríklad vzhľad, inteligencia, majetok, choroby, vzdelanie, povaha, alebo napríklad rodinný stav [3].

Pomocou fuzzy logiky by bolo možné taktiež vyhodnocovať, či klienta advokátskej kancelárie prijať, alebo nie. Vstupné atribúty môžu byť navolené napríklad ako zisk, časová náročnosť, alebo bonita klienta [3].

Na spomenutých príkladoch je ukázaná pestrosť a rôznorodosť použiteľnosti fuzzy logiky [3].

## **1.2 MS EXCEL**

MS Excel je tabuľkovým editorom od firmy Microsoft. Ponúka širokú škálu matematických, štatistických a finančných funkcií, a taktiež možnosť robiť rozsiahle a zložité odborné analýzy.

Súčasťou každého z produktov MS Office je Visual Basic for Applications (VBA). Jedná sa o objektový skriptovací jazyk vychádzajúci z Visual Basic. Tento jazyk je možné využiť pre tvorbu makier, formulárov, funkcií, aplikácií s grafickým užívateľským rozhraním, atď. [4].

### **1.2.1 Postup pri tvorbe rozhodovacieho systému**

Pri vytvorení modelu v MS Excel je nutné spracovanie troch tabuliek. Ako prvý krok sa vytvorí popis transformačnej matice, kde sú v hlavičke jednotlivé atribúty, ktoré budeme v modele uvažovať. Po stanovení atribútov a určenie hodnôt akých môžu nadobúdať, sa k jednotlivým hodnotám priradí ich váha [1].

**Tabuľka 1: Transformačná matica – popis** (Zdroj: vlastný)

Transformačná matica	
Vstup 1	Vstup 2
Nadpriemerná	ANO
Priemerná	NIE
Podpriemerná	

**Tabuľka 2: Transformačná matica – príklad** (Zdroj: vlastný)

Transformačná matica	
Vstup 1	Vstup 2
10	9
6	3
2	

Na základe vstupných hodnôt a transformačnej matice sa zostaví stavová matica, kde 1 znamená, že zadaný atribút nadobúda zvolenú hodnotu a 0 znamená, že nenadobúda hodnotu. V nasledujúcej tabuľke je matica vyplnená pre vstup, ktorý má hodnoty Vstup1 = Nadpriemerná a Vstup2 = ÁNO.

**Tabuľka 3: Stavová matica** (Zdroj: vlastný)

Transformačná matica	
Vstup 1	Vstup 2
1	1
0	0
0	

Nakoniec sa zo stavovej matice vypočíta skalárny súčin, ktorý slúži ako bodové hodnotenie pre retransformačnú maticu. Jeho vzorec je nasledujúci:

$$\text{SUMPRODUCT}((\text{Transformacni\_matice}) * (\text{Stavova\_matice}))$$

Pre konkrétnu aplikáciu je nutné ešte do vzorca doplniť rozsahy buniek jednotlivých matic.

Posledná retransformačná matica obsahuje číselný výsledok, ktorý patrí do niektorého zo zvolených intervalov, podľa maximálnej (Max\_hodnota) a minimálnej (Min\_hodnota) možnej dosiahnutej hodnoty. Výsledná hodnota môže byť potom vyjadrená v percentách podľa vzťahu:

$$\text{Percentá} = (\text{Súčet} - \text{Min\_hodnota}) / (\text{Max\_hodnota} - \text{Min\_hodnota}) * 100$$

Výsledok tohto vzťahu je potom možné previesť na slovné hodnotenie.

**Tabuľka 4: Retransformačná matica** (Zdroj: vlastný)

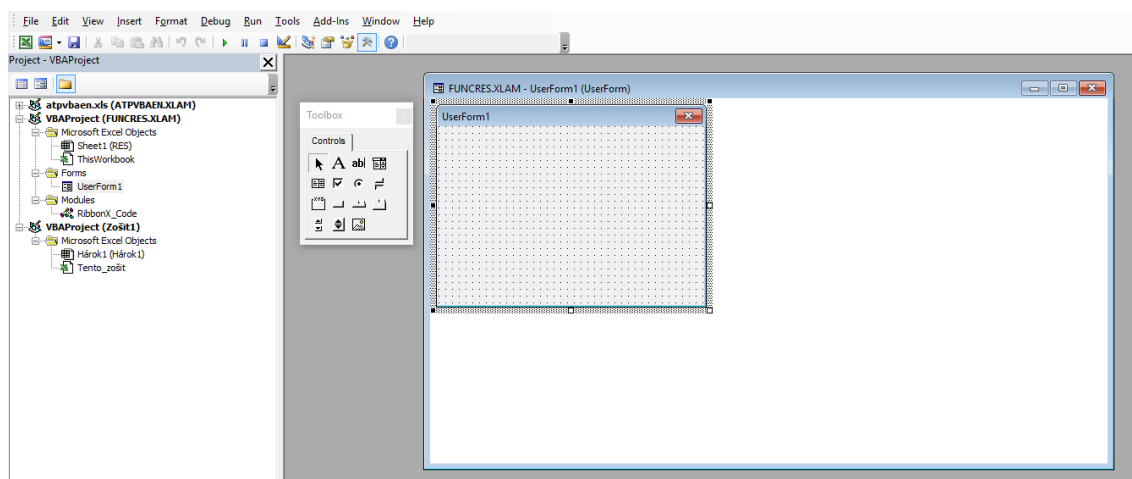
<b>Transformačná matica</b>	
Body[%]	Hodnotenie
100-90	Výborný
89-80	Veľmi dobrý
79-70	Dobrý
69-50	Dostačujúci
50-0	Nevyhovujúci

### 1.2.1 Prostredie Visual Basic for Applications

Tento vývojový nástroj, ktorý je implementovaný do programu Excel, slúži k vytváraniu užitočných a dobre vypadajúcich softwarových aplikácií. Pomocou VBA môžeme dáta z tabuliek vkladať, pracovať s nimi a používať ich k rôznym výpočtom. Výhodou tohto jazyka je jeho návrh. Vývojár môže jednoducho pracovať s databázami, súhrnmi dát, so zoznamami a tabuľkami. Riešenie zložitých vzorcov, odkazov a podmienok sa pomocou Visual Basic stáva jednoduchším [5].

Jadro jazyku Visual Basic je teda súčasťou Microsoft Office a komunikácia s ním prebieha cez moduly kódu a užívateľské formuláre. Tieto formuláre sa od formulárov Visual Basic líšia, lebo sú obmedzené funkciami, ale pre väčšinu aplikácií to stačí [5].

Podstatou formulára je, že by mal byť jednoduchý a použiteľný bez nápovedy. Užívateľ by pri použití formulára mal jednat intuitívne, čo znamená, že počet ovládacích prvkov vo formulári by mal byť nižší a čo najlepšie popísaný a združený do skupín, podľa toho akej úlohy sa týkajú [5].



Obrázok 7: Formulár aplikácie Visual Basic (Zdroj: vlastný)

Existujú pravidlá, že čím má byť jednoduchšie použitie formuláru, tým väčšie množstvo kódu je potrebné napísať a taktiež je dôležité venovať veľkú pozornosť návrhu formuláru. Medzi ďalšie pravidlo patrí, že formulár by mal slúžiť ako užívateľské rozhranie a nie ako nositeľ kódu pre výpočty. Formulár môže komunikovať s rôznym počtom vrstiev, buď s jednou alebo viacerými vrstvami, ale vždy len komunikovať a nie brať výpočty na seba. Tieto vrstvy sa nazývajú vrstva dátová, výpočtová a výsledková. Ak chceme povoliť zápis do výsledkov buniek na liste, je vhodnejšie použitie kódu než použitie niektorého formuláru z ovládacích prvkov ActiveX. Týmto získame väčšiu flexibilitu a možnosť využitia formulára a iných aplikácií [5].

### 1.3 MATLAB

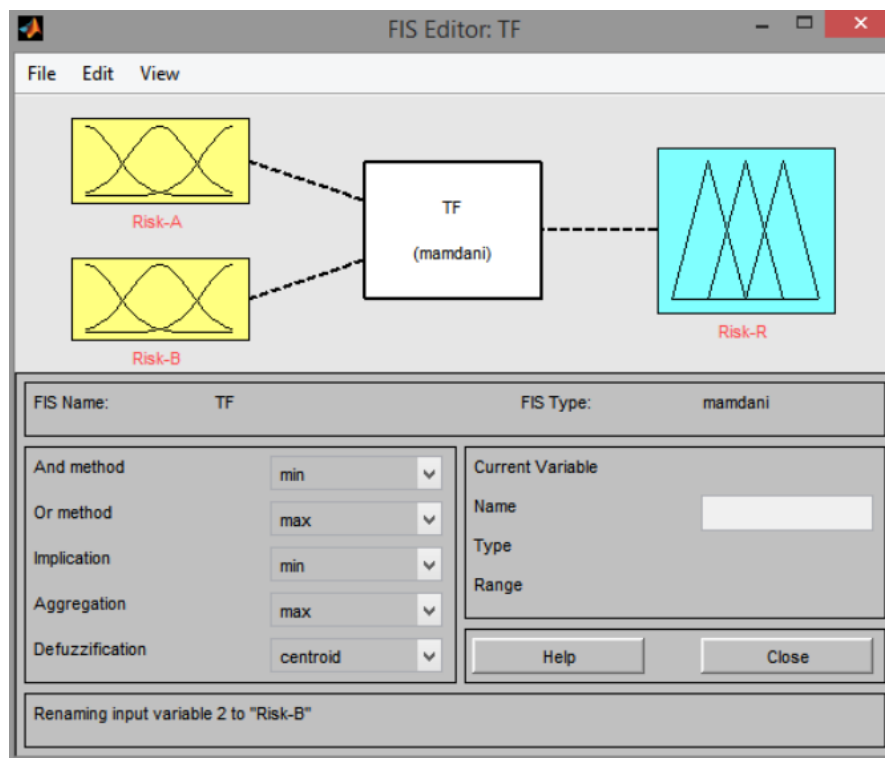
MATLAB je obecné inžiniersky nástroj a interaktívne prostredie pre vedecké a technické výpočty, analýzu dát, vizualizáciu a vývoj algoritmov, využívaný miliónmi inžinierov a vedcov po celom svete. S programom MATLAB môžeme skúmať a vizualizovať naše nápady a riešiť rôzne úlohy. MATLAB poskytuje riešenia v oblastiach, ako je aplikovaná matematika, strojové inžinierstvo, spracovanie signálov

a komunikácie, spracovanie obrazu a počítačového videnia, finančná analýza a modelovanie, návrh riadiacich systémov, robotika a mnoho ďalších [10].

### 1.3.1 Fuzzy Logic Toolbox

Fuzzy Logic Toolbox je jedným z toolboxov prostredia MATLAB, ktorý zaistuje funkcie, aplikácie a Simulink blok pre analýzu, návrh a simulácie systémov založených na princípe fuzzy logiky. Užívateľ tento produkt robí jednotlivými krokmi pri zostavovaní systému fuzzy interferencie, pričom môžeme modelovať chovanie systému pomocou logických pravidiel, ktoré sú jednoduché a ktoré sú implementované priamo do systému fuzzy interferencie [7].

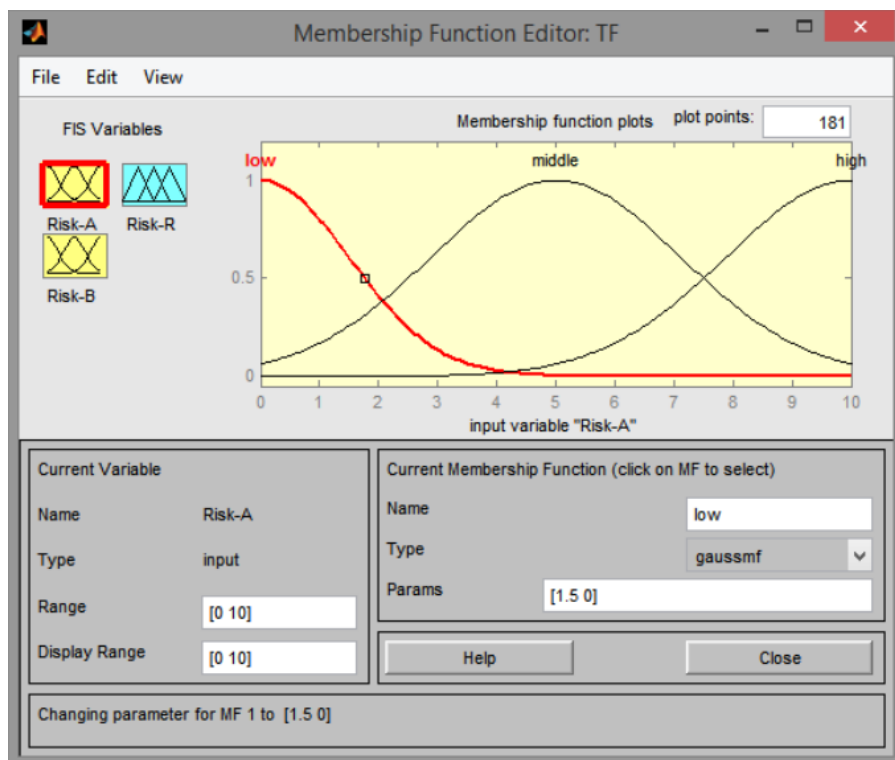
Príkazom *fuzzy* v príkazovom okne spustíme Fuzzy Logic Toolbox. Nastaví sa fuzzy model typu Mamdani alebo Sugeno podľa počtu vstupných a výstupných premenných. Ďalšie premenné sa pridajú pomocou *Edit – add variable – input/output*. Potom nastavíme počty funkcií u jednotlivých premenných a taktiež ich parametre. U funkcií môžeme nastaviť typ funkcie a ich počet [1].



Obrázok 8: FIS Editor - príklad (Zdroj: [1])

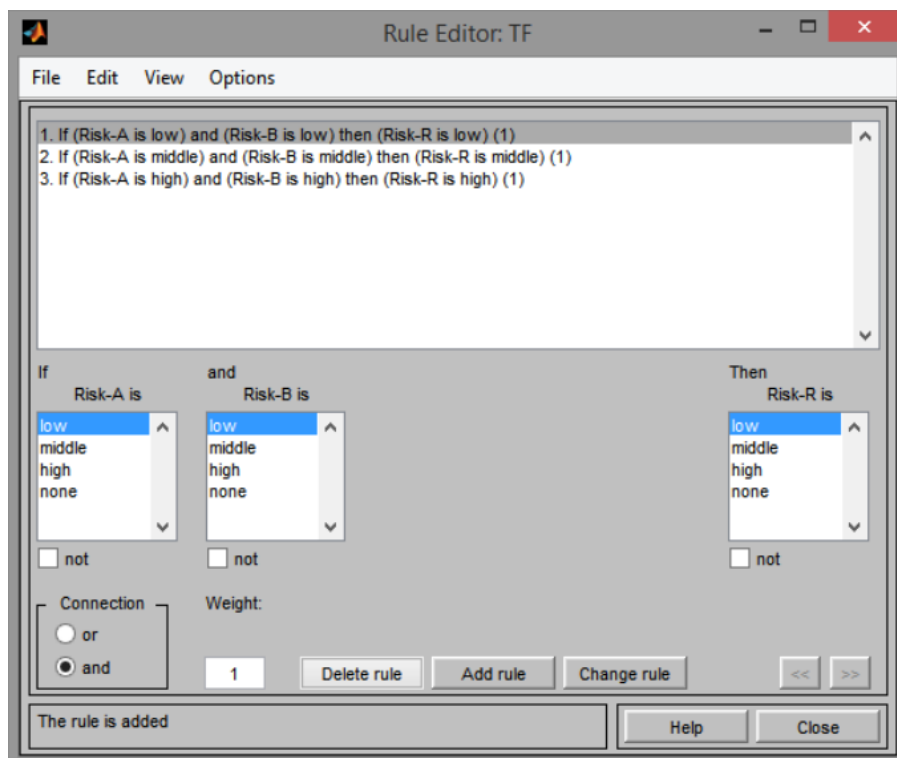
Ďalej pomocou *Edit – add MFs* pridáme ďalšie členské funkcie. Môžeme ich zmazať všetky pomocou *Edit – Remove All MFs* alebo jednotlivu pomocou *Edit – Remove Selected MF*. V časti pridania novej členskej funkcie môžeme zvoliť typ funkcie (napr. trimf, trapmf, gaussmf) a ich počet [1].



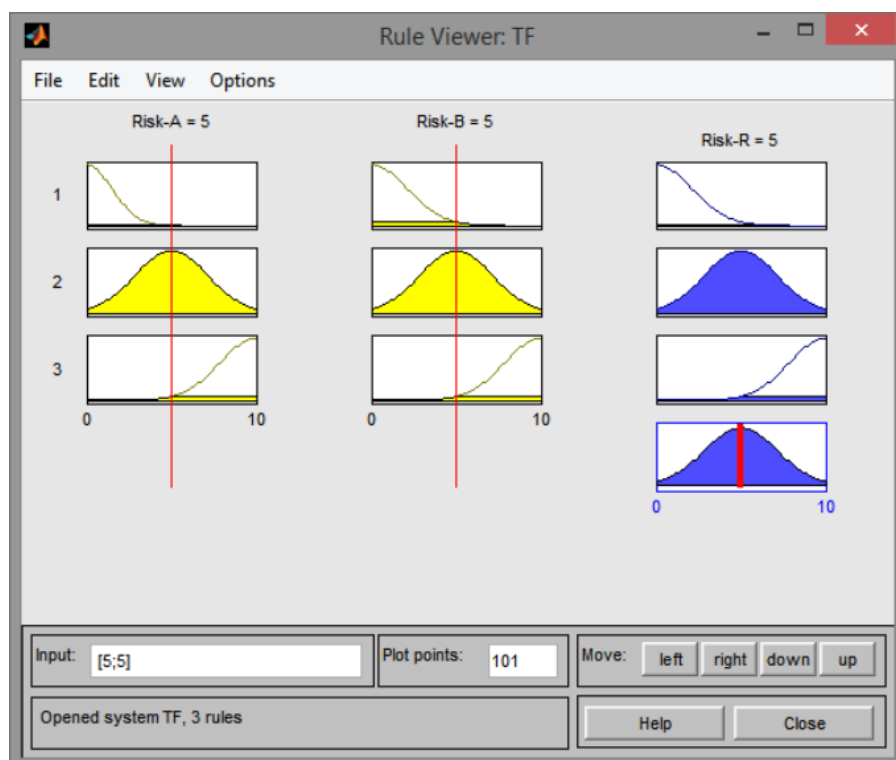


Obrázok 9: Membership Function Editor – príklad (Zdroj: [1])

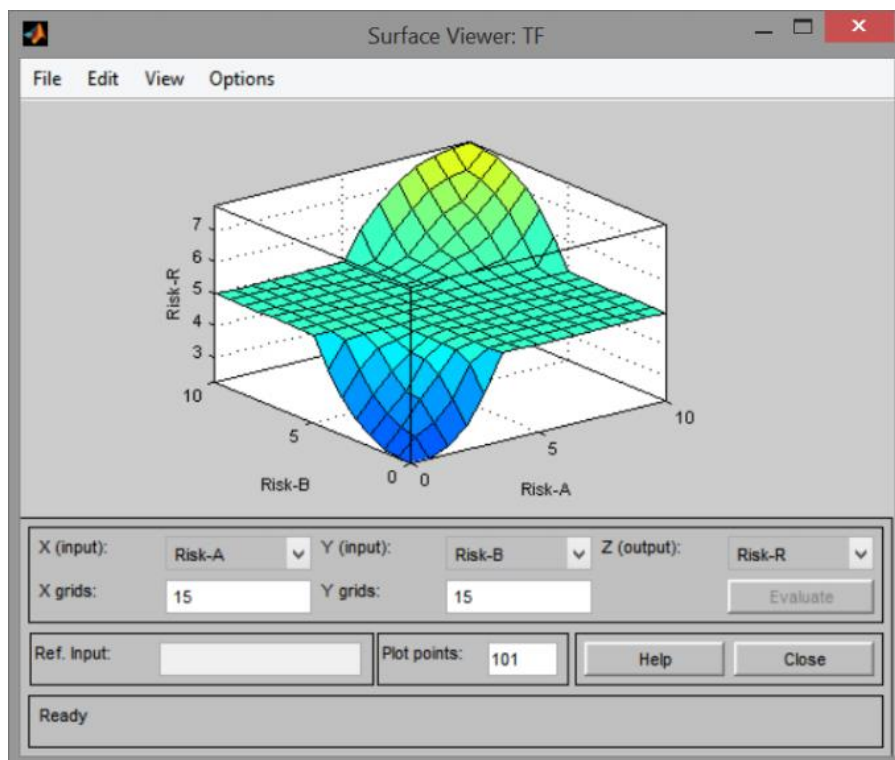
Pravidlá nadefinujeme pomocou menu **Edit – Rules**. Potom nami vytvorené pravidlá môžeme sledovať pomocou **View – Rules**. Závislosti jednotlivých premenných môžeme vidieť v menu **View – Surface** a zobrazí sa trojrozmerný graf [1].



Obrázok 10: Rule Editor – príklad (Zdroj: [1])



Obrázok 11: Rule Viewer – príklad (Zdroj: [1])



Obrázok 12: Surface Viewer – príklad (Zdroj: [1])

Pre ďalšie pracovanie s vytvoreným modelom ho musíme najprv uložiť pomocou **File – Export – To File** a model sa uloží ako súbor s príponou fis [1].

Vyhodnotenie modelu prebieha na základe spustiteľného M – súboru, ktorý obsahuje štruktúrované príkazy, ktoré vedú k výsledku vo forme číselného i slovného vyjadrenia. Nový M – súbor spustíme pomocou **File – New – M-file**. Na základe vstupných hodnôt dostaneme určitý výsledok [1].

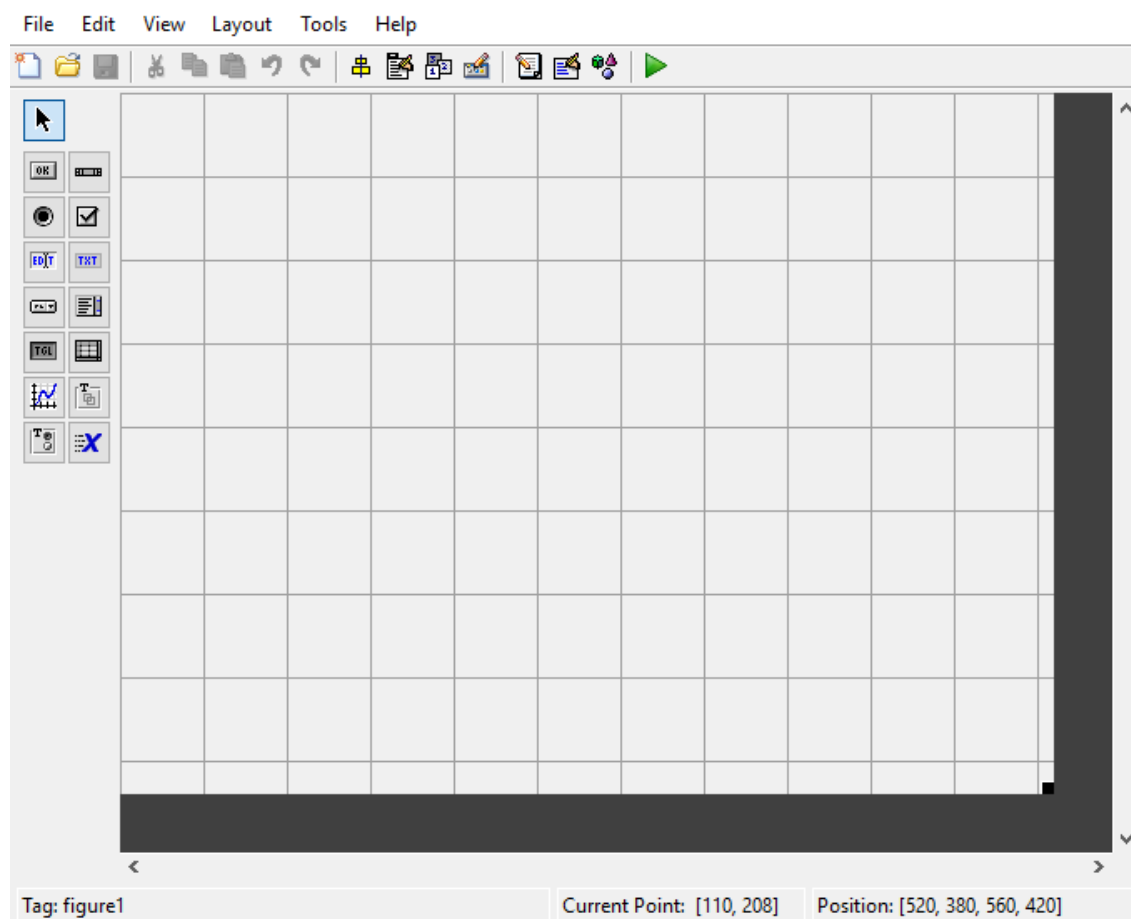
### 1.3.2 Model s využitím GUI

GUI, ale inak grafické rozhranie poskytuje lepšie ovládanie softwarových aplikácií pomocou tlačidiel a iných ovládacích prvkov, čo eliminuje potrebu učiť sa programovací jazyk alebo rôzne typy príkazov pre spustenie aplikácie [8].

Aplikácie MATLAB sú samotné programy MATLAB, ktoré začínajú grafickým rozhraním, ktoré automatizuje rôzne úlohy alebo výpočty. Obsahujú ovládacie prvky, ako sú tlačidlá, rozbaľovacie ponuky, panely nástrojov a pod. Po kliknutí na jednotlivé

prvky môžeme meniť jednotlivé vlastnosti daného prvku. Napríklad, ak zvolíme prvok Pop-up menu vo vlastnostiach zmenou položky string meníme a vypisujeme položky, ktoré potom pri spustení budú na výber. Po spustení takto vytvoreného formulára požiada program MATLAB o jeho uloženie a potom sa spustí. Zároveň sa spustením taktiež vytvorí základný kód tohto formulára, ktorý môžeme upravovať do svojich vlastných rozmedzí, podľa toho, čo má ktoré tlačidlo či iný ovládací prvok urobiť [8].

Pre väčšiu kontrolu nad návrhom a vývojom môžeme taktiež vytvoriť kód, ktorý definuje podrobné vlastnosti a chovanie. MATLAB obsahuje vstavané funkcie, ktoré nám pomôžu vytvoriť GUI programovo pre aplikácie, či sa už jedná o ovládacie prvky užívateľského rozhrania (posuvníky, tlačidlá, ...) alebo o dialógové okná [8].



**Obrázok 13: Okno pre tvorbu formulára (Zdroj: vlastný)**

### 1.3.3 M – súbor

K ukladaniu postupností príkazov alebo k ukladaniu užívateľských funkcií slúžia skripty v MATLABe, tzv. M – súbory. Sú to obyčajné textové súbory, preto sa môžu písať v ľubovoľnom textovom editore. Tieto \*.m súbory je možné po spustení využiť k sprostredkovaniu užívateľského rozhrania [9].

Pre načítanie požadovaného fuzzy interferenčného systému zo súboru slúži príkaz: `Fismat = READFIS('filename')`. Funkcia *readfis* načíta fuzzy systém uložený v súbore s príponou .fis a importuje tento výsledný súbor do Workspace. Vo Workspace je potom tento fuzzy systém reprezentovaný ako dátová štruktúra [9].

Pre vyhodnotenie fuzzy systému slúži príklad: `output = EVALFIS(input, Fismat)`. Funkcia *evalfis* má dva parametre, prvým je vstup ako číslo alebo vektor vstupných hodnôt a druhým je fuzzy štruktúra [9].

## 2 ANALÝZA SÚČASTNEJ SITUÁCIE

V nasledujúcej kapitole bude popísaná spoločnosť, pre ktorú je táto práca spracovaná. Delí sa na dve hlavné časti: V prvej časti je predstavená vybraná spoločnosť, sú tu uvedené základné informácie o spoločnosti, sídlo spoločnosti, predmet činnosti podnikania a organizačná štruktúra spoločnosti.

Druhá časť tejto kapitoly je venovaná súčasnému spôsobu hodnotenia dodávateľov a kritériám, ktoré sú pre spoločnosť podstatné pri výbere dodávateľov.

### 2.1 Predstavenie spoločnosti

<b>Názov spoločnosti:</b>	Fast & Healthy food services, s.r.o.
<b>IČO:</b>	039 61 443
<b>Dátum zápisu:</b>	03.04.2015
<b>Sídlo spoločnosti:</b>	Lamačova 909/25, Hlubočepy, 152 00 Praha 5
<b>Právna forma:</b>	spoločnosť s ručením obmedzeným
<b>Základné imanie:</b>	200 000,- Kč

#### 2.1.1 Predmet činnosti podnikania

- Výroba, obchod a služby neuvedené v prílohách 1 až 3 živnostenského zákona.
- Hostinská činnosť
- Predaj kvasného liehu, konzumného liehu a liehovín [12]

Spoločnosť Fast & Healthy food services, s.r.o. (ďalej iba Fast & Healthy) je nový koncept Raw a vegánskej reštaurácie, ktorá ponúka príjemné prostredie a prostredníctvom jednoduchého objednávkového systému a roznáškou do okolia dáva nový rozmer rýchleho a zdravého stravovania, ktoré Vám môžu aj pohodlne doručiť do domácnosti [14].

Spoločnosť ponúka aj tzv. „kateringové služby“, ktoré zaisťujú všetko od inventára, cez personál až po záverečné upratanie. Radi pripravia chutné a zdravé občerstvenie na objednávku [15].

Je potrebné spomenúť projekt „Sweet & Healthy“. Jedná sa o vegánsky raw food e-shop zameraný na predaj celých toriet s lokálnym rozvozom, ale i ďalších sladkých a zdravých produktov, ktoré sú zložené iba z rastlinných surovín. Neobsahujú laktózu, sú prevažne bez lepku, pšeničnej múky, atď. Torty pri správne zvolených sladidlách sú vhodné pre diabetikov, ale i osobám, trpiacimi kvasinkovými alebo plesňovými problémami [16].

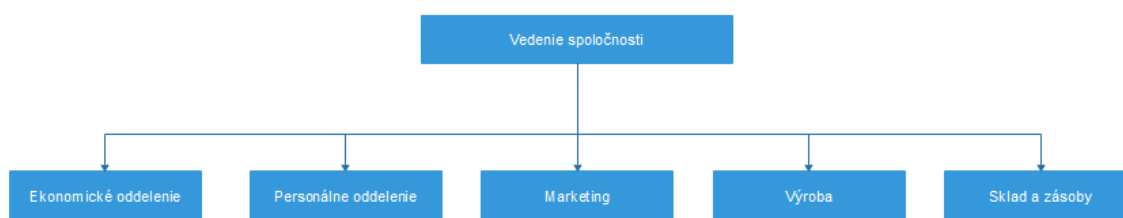
Projekt „Sweet & Healthy“ vznikol ako pokračovanie úspešného projektu „Fast & Healthy“, prostredníctvom ktorého prevádzkujú vegánsku raw food reštauráciu na Pankráckom Rynku [16].

### 2.1.2 Logo spoločnosti



Obrázok 14: Logo spoločnosti (Zdroj: [14])

### 2.1.3 Organizačná štruktúra



Obrázok 15: Organizačná štruktúra spoločnosti (Zdroj: vlastný)

Spoločnosť pozostáva z dvoch konateľov, ktorí majú na starosti celé vedenie spoločnosti, ako napr. ekonomické oddelenie, personalistiku, marketing, výrobu a v neposlednej rade aj sklad a zásoby.

## 2.2 Súčasný spôsob hodnotenia dodávateľov

Pre podnik je veľmi dôležitá výroba kvalitných výrobkov, aby čo najlepšie uspokojil svojich zákazníkov a vyrovnal sa konkurencii a udržal si dobrú konkurencieschopnosť. Preto, aby mohol vyrábať kvalitné výrobky je potrebné spolupracovať len so spoľahlivými dodávateľmi, ktorí im dodajú výrobky s najlepšou kvalitou.

V súčasnosti podnik nevlastní žiadny systém pre hodnotenie dodávateľov, ktorý by im zabezpečil rýchly výber dodávateľa podľa nimi navrhnutých kritérií. Preto budú v tejto práci navrhnuté modely, ktoré využívajú fuzzy logiku a budú vytvorené podľa požiadaviek spoločnosti.

### 2.2.1 Kritériá pre hodnotenie dodávateľov

Síce podnik nevlastní žiadny systém, ktorý by komplexne hodnotil dodávateľov, ale konatelia spoločnosti sa pri výbere dodávateľov rozhodujú podľa nasledujúcich kritérií.



### **Cenová ponuka**

Výška cenovej ponuky potencionálneho dodávateľa je porovnávaná s cenovými ponukami ostatných dodávateľov, ktorí boli oslovení a hodnotená je ako „Najnižšia“, „Priateľná“, „Vysoká“, „Nepriateľná“.

### **Kvalita tovaru**

Kvalita tovaru je spolu s cenou najdôležitejšími kritériami pre rozhodovanie a pri výbere dodávateľa. Podľa zaslaných vzoriek pre spoločnosť sa dá usúdiť kvalita daných surovín a výrobkov, preto spoločnosť ohodnocuje kvalitu ako „Najvyššia“, „Nadpriemerná“, „Priemerná“, „Podpriemerná“ a „Nepriateľná“.

### **Dodacia lehota**

Každý z dodávateľov má primárne dané, do akého počtu dní dodá svoje výrobky odo dňa objednania, kde hodnotenie dodacích lehôt je rozdelené do 4 intervalov a to: „Do 3 dní“, „Do 1 týždňa“, „Do 2 týždňov“ a „Do 1 mesiaca“.

### **Reakcia na objednávku**

Spoločnosť Fast & Healthy žiada od svojich dodávateľov podmienky dopytu (napr. schopnosť dodania svojich výrobkov, cenovú ponuku, vzorky výrobku, atď.). Čas rýchlosti reakcie dodávateľa je rozdelený do štyroch intervalov a to: „Okamžite“, „Do 3 dní“, „Do 1 týždňa“ a „Do 1 mesiaca“.

### **Komunikácia s dodávateľom**

Komunikáciu s dodávateľom hodnotí poverený pracovník ako celok, podľa toho, či sa jedná napríklad o emailovú komunikáciu alebo pri osobnom stretnutí. Najlepšie sú hodnotené spoločnosti, ktoré majú veľký záujem o spoluprácu a rýchlo reagujú na otázky od spoločnosti. Hodnoty komunikácie sú: „Dobrá“, „Priemerná“ a „Nízka“.

### **Balenie výrobkov**

Toto kritérium hodnotí balenie, v ktorom budú výrobky dodané. Hodnoty balenia budú rozdelené nasledovne: „Požadované“, „Vyhovujúce“, „Nevyhovujúce“.

**Spôsob platby**

Kritérium spôsob platby je pre spoločnosť taktiež dôležité, akým spôsobom bude zaplatená objednávka od dodávateľa. Majitelia uprednostňujú možnosti v tomto poradí: „Prevodom na účet“ ale aj „Na dobierku“, „Na splátky“ a „Hotovosť“.

### 3 VLASTNÉ NÁVRHY

Táto časť práce bude venovaná vhodnému návrhu riešenia hodnotenia dodávateľov pre spoločnosť Fast & Healthy s.r.o.

Spoločnosť v súčasnej dobe hľadá spôsob, ktorý by predstavoval vhodnejší a prepracovanejší hodnotiaci systém. Z tohto dôvodu budú v rámci tejto diplomovej práce navrhnuté dva systémy s využitím fuzzy logiky, ktoré by mohli vylepšiť doterajšie hodnotenie dodávateľov.

Zo zoznamu dôležitých kritérií, ktoré boli popísané v podkapitole 3.2.1. *Kritériá pre hodnotenie dodávateľov*, bude najprv vytvorený program v MS Excel a následne taktiež program v MATLABe.

#### 3.1 Spracovanie fuzzy modelu v programe MS Excel

Po stanovení najdôležitejších kritérií, ktoré rozhodujú o hodnotení výsledného dodávateľa bol vytvorený model v programe MS Excel. Voľba vytvorenia rozhodovacieho systému v tomto prostredí sa javila ako najjednoduchšia možnosť, keďže bolo vychádzané z predpokladov, že takmer každá spoločnosť v súčasnosti má zakúpený balíček MS Office, ktorého súčasťou je aj MS Excel, preto nevznikajú náklady pre realizáciu tohto modelu.

Samotný zošit MS Office je zložený zo štyroch listov s názvami: „Program“, „Matice“, „Zoznam dodávateľov“ a skrytý list „Tlač“, ktorý slúži na vygenerovanie náhľadu tlače všetkých dodávateľov.

Nasledujúca časť práce bude venovaná k podrobnému rozboru všetkých spomínaných listov, pričom budú popísané postupy, akými boli niektoré funkcie vytvorené a taktiež bude popísaná funkčnosť celého systému pre koncového užívateľa.

### 3.1.1 List „Program“

Tento list obsahuje tlačidlo s nápisom „Spustiť“, ktoré po jeho kliknutí otvorí formulár s možnosťou ohodnotenia dodávateľa s jeho nasledovným pridaním, ktoré sa uloží do listu „Zoznam dodávateľov“.

Na tomto liste je taktiež popísaný jednoduchý návod na použitie, ako je možné s celým programom pracovať.



***Vitajte pri výbere dodávateľa***

**FAST & HEALTHY**

**Spustiť**

**Pokyny pre užívateľa:**

1. Stlačte tlačidlo "Spustiť" a pristúpte k výberu dodávateľa.
2. Vyplňte všetky možnosti označené hviezdikou a ohodnoťte dodávateľa.
3. Po ohodnotení môžete pridať dodávateľa tlačidlom "Pridať dodávateľa" a dodávateľ sa zapíše do listu "ZOZNAM DODÁVATEĽOV".

**Obrázok 16: Formulár pre spustenie programu (Zdroj: vlastný)**

Ako bolo vyššie spomenuté po kliknutí na tlačidlo „Spustiť“, ako je vidieť na Obrázku 16, sa otvorí hlavný formulár s možnosťou hodnotenia a vloženia dodávateľa.

Pridať a ohodnotiť dodávateľa

Názov dodávateľa\*

Dodacia lehota\*

Cena\*

Kvalita tovaru\*

Spôsob platby\*

Reakcia na objednávku\*

Komunikácia s dodávateľom\*

Balenie výrobkov\*

\* takto označené položky sú povinné

Ohodnotiť dodávateľa

Hodnotenie [body]    Hodnotenie [%]    Celkové hodnotenie

Pridať dodávateľa

Ukončiť

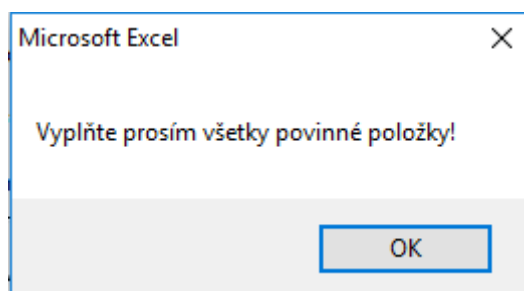
**Obrázok 17: Formulár pre ohodnotenie a pridanie dodávateľa** (Zdroj: vlastný)

Formulár obsahuje parametre zvolenej dodávateľskej spoločnosti. Jednotlivé kritériá nie sú predvyplnené, aby bol užívateľ nútený zvoliť požadovanú možnosť z jednotlivých roletových menu (listboxov).

Užívateľ najprv vyplní textové pole „Názov dodávateľa“ a následne vyberie hodnoty pri všetkých kritériách, ktoré ponúkajú jednotlivé roletové menu.

Všetky položky označené hviezdikou sú vo formulári povinné, a preto je potrebné ich vyplniť. Ak niektoré z položiek nebudú vyplnené, program po kliknutí na tlačidlo „Ohodnotiť dodávateľa“ skontroluje povinné položky a ak aspoň jedna povinná položka nie je vyplnená, program vyhodí chybovú hlášku pomocou dialógového okna, ktoré

upozorňuje užívateľa, aby všetky potrebné informácie do formulára doplnil. Toto chybové hlásenie zobrazené pomocou dialógového okna je uvedené na Obrázku 18.



**Obrázok 18: Chybové hlásenie** (Zdroj: vlastný)

Ak teda budú všetky položky správne vyplnené, je možné opäť kliknúť na tlačidlo „Ohodnotiť dodávateľa“ a po kliknutí sa zobrazí hodnotenie dodávateľa v bodoch, v percentách a taktiež sa zobrazí celkové slovné hodnotenie dodávateľa, ktoré je pre spoločnosť kľúčovým bodom pri rozhodovaní, či daného dodávateľa pridať, alebo nie. Ako príklad ohodnotenia dodávateľa je možné vidieť na nasledujúcom Obrázku 19.

Pridať a ohodnotiť dodávateľa		
Názov dodávateľa*	Dodávateľ 1	
Dodacia lehota*	Do 3 dní	
Cena*	Priateľná	
Kvalita tovaru*	Najvyššia	
Spôsob platby*	Na dobierku	
Reakcia na objednávku*	do 1 týždňa	
Komunikácia s dodávateľom*	Dobrá	
Balenie výrobkov*	Požadované	
* takto označené položky sú povinné		
Ohodnotiť dodávateľa		
Hodnotenie [body]	Hodnotenie [%]	Celkové hodnotenie
50	80	Veľmi dobrý
Pridať dodávateľa		
Ukončiť		

**Obrázok 19: Hodnotenie dodávateľa** (Zdroj: vlastný)

Ako je možné vidieť na Obrázku 19, po ohodnotení dodávateľa sa sprístupní tlačidlo „Pridať dodávateľa“, ktoré po kliknutí uloží dodávateľa do listu v MS Excel „Zoznam dodávateľov“ a pôvodný formulár inicializuje do pôvodného stavu (ako pri novom spustení).

### 3.1.2 List „Matice“

Najdôležitejšou časťou celého riešenia problému v programe MS Excel je list nazvaný „Matice“. V tomto liste sa nachádza transformačná matica, jej popis, vstupná stavová matica a retrasformačná matica.

#### Popis transformačnej matice

Základom fuzzy modelu v programe MS Excel je popis transformačnej matice, ktorá predstavuje súčasné riešenie pre hodnotenie dodávateľov. V rámci vstupnej stavovej matice sa stanovujú možné hodnoty pre všetky atribúty fuzzy modelu.

Konečný stav popisu transformačnej matice je vložený nižšie, pričom kvôli svojim rozmerom bola rozdelená na dve (Ako Tabuľka 5, Tabuľka 6).

Tabuľka 5: Popis transformačnej matice – 1.časť (Zdroj: vlastný)

Dodacia lehota	Cena	Kvalita tovaru	Spôsob platby
Do 3 dní	Najnižšia	Najvyššia	Prevodom na účet
Do 1 týždňa	Prijateľná	Nadpriemerná	Na dobierku
Do 2 týždňov	Vysoká	Priemerná	Na splátky
Do 1 mesiaca	Neprijateľná	Podpriemerná	Hotovosť
		Neprijateľná	

Tabuľka 6: Popis transformačnej matice – 2.časť (Zdroj: vlastný)

Reakcia na objednávku	Komunikácia s dodávateľom	Balenie výrobkov
Okamžite	Dobrá	Požadované
Do 3 dní	Priemerná	Vyhovujúce
do 1 týždňa	Nízka	Nevyhovujúce
Do 1 mesiaca		

### Transformačná matica

Transformačná matica obsahuje hodnoty, ktoré sú priradené ku vstupom, ktoré sú spomínané vyššie.

Je to ďalšia z potrebných vecí, ktorá bola vytvorená spoločne s jedným z konateľov spoločnosti Fast & Healthy a je vložená nižšie ako Tabuľka 7 a Tabuľka 8, pretože musela byť kvôli svojím rozmerom rozdelená na dve časti.

**Tabuľka 7: Popis transformačnej matice – 1.časť** (Zdroj: vlastný)

Dodacia lehota	Cena	Kvalita tovaru	Spôsob platby
9	14	11	5
6	7	9	4
4	4	7	3
1	0	3	2
		0	

**Tabuľka 8: Popis transformačnej matice – 2.časť** (Zdroj: vlastný)

Reakcia na objednávku	Komunikácia s dodávateľom	Balenie výrobkov
7	6	8
6	5	5
5	2	2
2		

Jednotlivé možnosti sú ohodnotené stupnicou 0 – 14. Z uvedenej transformačnej matice môžeme vidieť, že najdôležitejším kritériom pri hodnotení dodávateľov pre spoločnosť Fast & Healthy je cena výrobku ohodnotená maximom a to 14. Ďalším veľmi dôležitým kritériom je taktiež kvalita tovaru, ktorej prislúcha maximum 11.

Medzi najmenej hodnotené kritériá patrí spôsob platby s maximom 5 a kritérium komunikácie s dodávateľom s maximom 6.



### Stavová matica

U stavovej matice je nutné zabezpečiť, aby v každom stĺpci, tj. pre každé kritérium bola len jedna jednotka a v ostatných poliach stĺpca samé 0. Jednotka v rámci stavovej matice má rovnakú polohu, akú má možnosť, ktorá odpovedá konkrétnemu parametru dodávateľa v rámci popisu transformačnej matice. Ostatné bunky, ktoré sa nachádzajú v danom stĺpci sú vyplnené hodnotou 0, čo je pravidlom.

Vstupná stavová matica dodávateľa spoločnosti Fast & Healthy môže vyzeráť nasledovne, napríklad ako nasledujúca tabuľka, ktorá je kvôli veľkým rozmerom rozdelená na dve tabuľky (tj. Tabuľka 9 a Tabuľka 10).

Tabuľka 9: Stavová matica – 1.časť (Zdroj: vlastný)

Dodacia lehota	Cena	Kvalita tovaru	Spôsob platby
0	0	0	0
1	1	1	1
0	0	0	0
0	0	0	0
		0	
1	1	1	1

Tabuľka 10: Stavová matica – 2.časť (Zdroj: vlastný)

Spôsob platby	Reakcia na objednávku	Komunikácia s dodávateľom	Balenie výrobkov
0	1	1	1
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
1	1	1	1

### Retrasformačná matica

Retrasformačná matica má za úlohu vypočítaný výsledok previesť na slovné vyjadrenie k vyhodnoteniu dodávateľa. Podľa retrasformačnej matice môže každý hodnotený dodávateľ získať navyše 60 bodov (prípád, kde všetky hodnotené parametre

dodávateľa odpovedajú najviac hodnotenému vstupu) a najmenej 9 bodov (prípade opačný, kde všetky hodnotené parametre odpovedajú najmenej hodnotenému vstupu). Bodové hodnotenie dodávateľa je potom prevedené na percentá a tie na koncové slovné hodnotenie retransformačnej matice, ktoré bolo vopred dohodnuté s jedným z konateľov spoločnosti. Konečné hodnotenie retransformačnej matice je možné vidieť v Tabuľke 11.

**Tabuľka 11: Retransformačná matica** (Zdroj: vlastný)

<b>Retransformačná matica</b>	
<b>Body[%]</b>	<b>Hodnotenie</b>
<b>100-90</b>	<b>Výborný</b>
<b>89-80</b>	<b>Veľmi dobrý</b>
<b>79-70</b>	<b>Dobrý</b>
<b>69-50</b>	<b>Dostačujúci</b>
<b>50-0</b>	<b>Nevyhovujúci</b>

### **Ohodnotenie dodávateľa**

U každého dodávateľa bol urobený skalárny súčin stavovej a transformačnej matice. V stavovej matici jednotlivých dodávateľov má vybraná položka hodnotu 1 a ostatné položky hodnotu 0. Vynásobením dostaneme body, ktoré boli prevedené na percentuálne (viď Tabuľka 10). Pre jednoduchšie hodnotenie bolo vytvorených 5 kategórií so slovným hodnotením. Tieto kategórie efektívne pomenúvajú porovnanie jednotlivých dodávateľov medzi sebou.

Pre kontrolu je v liste „Matice“ umiestnený vzorec, či vstupná stavová matica je správne zadaná, teda či pre konkrétneho dodávateľa v rámci každého atribútu je vybraná práve jedna možnosť. Táto podmienka je potrebná pre realizáciu ďalších výpočtov.

Konečné slovné hodnotenie dodávateľov je rozdelené do piatich skupín:

- Výborný
- Veľmi dobrý
- Dobrý
- Dostačujúci
- Nevyhovujúci

Ak program vyhodnotí dodávateľa slovnými hodnotami „Výborný“ alebo „Veľmi dobrý“, spoločnosť by mala uzavrieť dohodu s dodávateľom okamžite. Ak je hodnotenie dodávateľa „Dobry“ spoločnosť by mala uvažovať nad možnou spoluprácou s dodávateľom. Hodnotenie „Dostačujúci“ a „Nevyhovujúci“ dodávateľ spoločnosť upozorňuje, aby s takýmto dodávateľom neuzatvárala žiadnu zmluvu.

Na tomto liste sa taktiež nachádza jednoduchá forma fuzzy modelu, ktorý je vytvorený za pomoci ovládacích prvkov formulára.

Dodacia lehota		Cena		Kvalita tovaru		Spôsob platby		Reakcia na objednávku		Kommunikácia s dodávateľom		Balenie výrobkov	
Do 3 dní	▼	Najnižšia	▼	Najvyššia	▼	Prevodom na účet	▼	Okamžite	▼	Dobrá	▼	Požadované	▼
1		1		1		1		1		1		1	
Hodnotenie								Maximum sumy		Minimum Sumy			
Body								60		9			
Percentá													
Celkové													
Retransformačná matica													
Body[%]													
100-90													
89-80													
79-70													
69-50													
50-0													

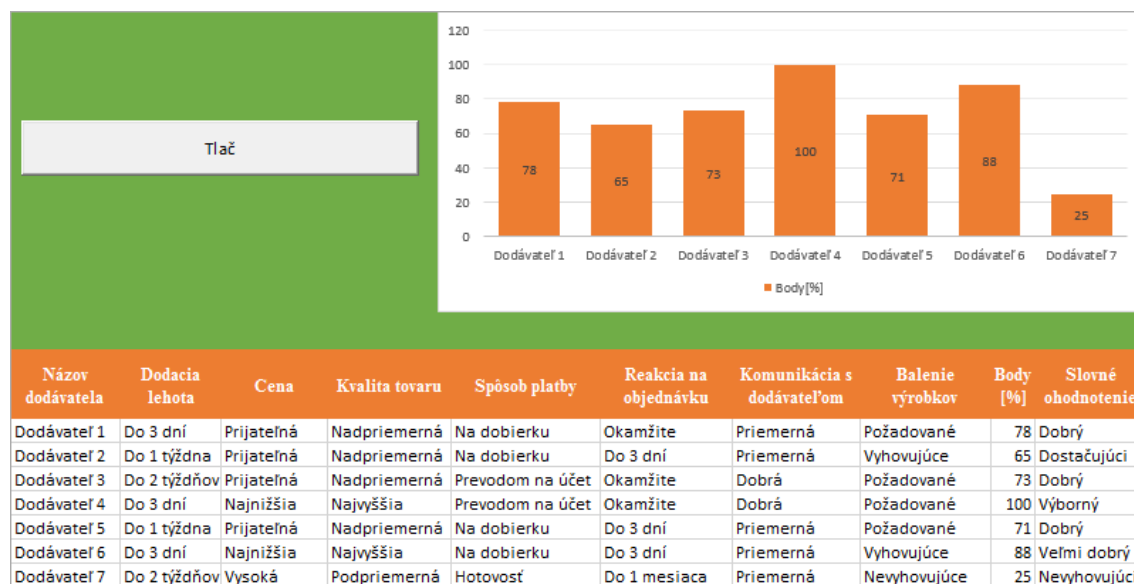
Obrázok 20: Ukážka fuzzy modelu v MS Excel s hodnotením (Zdroj: vlastný)

Ako je možné vidieť na Obrázku 20, na tomto liste je zhotovená jednoduchá ukážka fuzzy modelu, pomocou ktorej môže užívateľ jednoducho ohodnotiť dodávateľa, pokiaľ ho nechce zapísať do listu „Zoznam dodávateľov“. Pri zmene kritéria pomocou ovládacieho prvku (listboxu) sa výsledné hodnotenie zobrazí v tabuľke Hodnotenie (viď Obrázok 20).

### 3.1.3 List „Zoznam dodávateľov“

Na liste dodávateľov sa nachádza tlač dodávateľov, kde sú uložené informácie o všetkých hodnotených dodávateľoch, ktorí boli pridaní prostredníctvom programu - Visual Basic. Sú tu dostupné ich názvy, bodové zisky, slovné hodnotenia, ale aj informácie o podrobnom hodnotení všetkých dodávateľov v rámci každého zo siedmich kritérií. V hornej časti listu sa nachádza graf, ktorý obsahuje percentuálne ohodnotenie dodávateľa a prehľadne znázorňuje vložených dodávateľov. Na tomto liste sa taktiež

nachádza tlačidlo s názvom „Tlač“, ktoré zobrazí náhľad hodnotenia všetkých dodávateľov. Zobrazenie listu „Zoznam dodávateľov“ je zobrazený ako Obrázok 21.



Obrázok 21: List „Zoznam dodávateľov“ (Zdroj: vlastný)

### Tlač hodnotenia všetkých dodávateľov

K tlači hodnotení dodávateľov slúži tlačidlo „Tlač“, ako bolo spomenuté vyššie. Po jeho spustení sa otvorí náhľad tlače všetkých dodávateľov, ktorí sú vyhodnotení v liste „Zoznam dodávateľov“. Náhľad tlače dodávateľov je zobrazený na Obrázku 22 a na jeho vygenerovanie slúži skrytý list s názvom „Tlač“.

<div> <div>Dátum 15.05.2017</div> <div>Hodnotenie dodávateľov</div> <div>FAST &amp; HEALTHY</div> </div>									
Názov dodávateľa	Dodacia lehota	Cena	Kvalita tovaru	Spôsob platby	Reakcia na objednávku	Komunikácia s dodávateľom	Balenie výrobkov	Body [%]	Slovné ohodnotenie
Dodávateľ 1	Do 1 týždňa	Prijateľná	Nadpriemerná	Prevodom na účet	Okamžite	Dobrá	Požadované	76	Dobrý
Dodávateľ 2	Do 2 týždňov	Neprijateľná	Nadpriemerná	Prevodom na účet	Do 1 mesiaca	Priemerná	Nevyhovujúce	35	Nevyhovujúci
Dodávateľ 3	Do 3 dní	Vysoká	Nadpriemerná	Na splátky	do 1 týždňa	Priemerná	Vyhovujúce	61	Dostačujúci
Dodávateľ 4	Do 2 týždňov	Prijateľná	Nadpriemerná	Prevodom na účet	Okamžite	Dobrá	Požadované	73	Dobrý
Dodávateľ 5	Do 1 týždňa	Najnižšia	Priemerná	Na dobierku	Do 3 dní	Dobrá	Požadované	82	Veľmi dobrý
Dodávateľ 6	Do 1 mesiaca	Prijateľná	Neprijateľná	Hotovosť	Do 1 mesiaca	Priemerná	Nevyhovujúce	20	Nevyhovujúci

Obrázok 22: Náhľad tlače dodávateľov (Zdroj: vlastný)

### 3.2 Spracovanie fuzzy modelu v programe MATLAB

Pre hodnotenie dodávateľov bol okrem programu MS Excel použitý taktiež program MATLAB s názvom fuzzy logic toolbox. S týmto programom je možné pracovať buď pomocou príkazového riadku alebo v grafickom prostredí (GUI), ktoré je pre začiatočníkov lepším nástrojom pre spracovanie fuzzy modelu.

Spoločnosť Fast & Healthy týmto softwarom nedisponuje a ak by sa rozhodla používať tento program, musela by ho zaviesť.

V nižšie uvedenej Tabuľke 12 je uvedená kalkulácia ceny za licenciu, ktorú by firma Fast & Healthy musela zakúpiť. Mimo samotného softwaru MATLAB je treba zakúpiť taktiež fuzzy logic toolbox. Celková cena s DPH vychádza 101 591,60 CZK.

**Tabuľka 12: licencia MATLAB** (Zdroj: vlastný podľa [13])

<b>Matlab licencia</b>	
MATLAB (bez DPH)	55 980 CZK
Fuzzy Logic Toolbox (bez DPH)	27 980 CZK
Celkom bez DPH	83 960 CZK
Celkom s DPH	101 592 CZK

### 3.2.1 Postup pri spracovaní v programe matlab

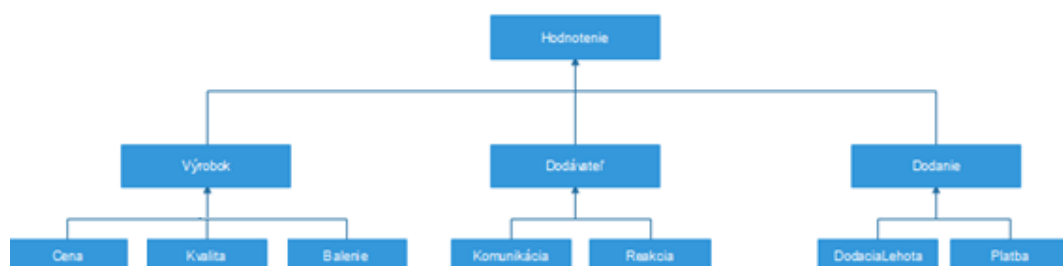
Pri riešení nášho problému pomocou programu MATLAB budeme postupovať nasledovne – v prvom rade si zostavíme základný model, ktorému navolíme vstupné a výstupné premenné a nastavíme pravidlá chovania systému. Následne vytvoríme formulár, ktorý vygeneruje spustiteľný m. súbor, vďaka ktorému spustíme vyhodnotenie potencionálnych dodávateľov. Výsledné hodnotenie dodávateľov bude na záver vyjadrené slovným ohodnotením.

### 3.2.2 Rozdelenie systému na časti - podsystémy

Vstupná matica programu MS Excel má 7 hodnotiacich kritérií. Model vytvorený v programe MATLAB rovnakým spôsobom by bol veľmi zložitý, a preto je lepšie rozdeliť si model na viacero častí – podsystémy:

- Dodávateľ – zložený z kritérií Komunikácia a Reakcia
- Výrobok – zložený z troch kritérií a to: Cena, Kvalita a Balenie
- Dodanie – zložený z kritérií Dodacia lehota a Platba

Toto rozdelenie je znázornené pomocou schémy na Obrázku 23. Pre každý z podsystémov boli definované 3 výstupy : „Dobrý“ , „Priemerný“ , „Zlý“, ktorých hodnoty budú naviazané do posledného subsystému „Celkový“, ktorý už bude generovať konečné hodnotenie podobne ako model v MS EXCEL – „Výborný“, „Veľmi dobrý“, „Dobrý“, „Dostačujúci“ a „Nevyhovujúci“.



**Obrázok 23: Schéma modelu** (Zdroj: vlastný)

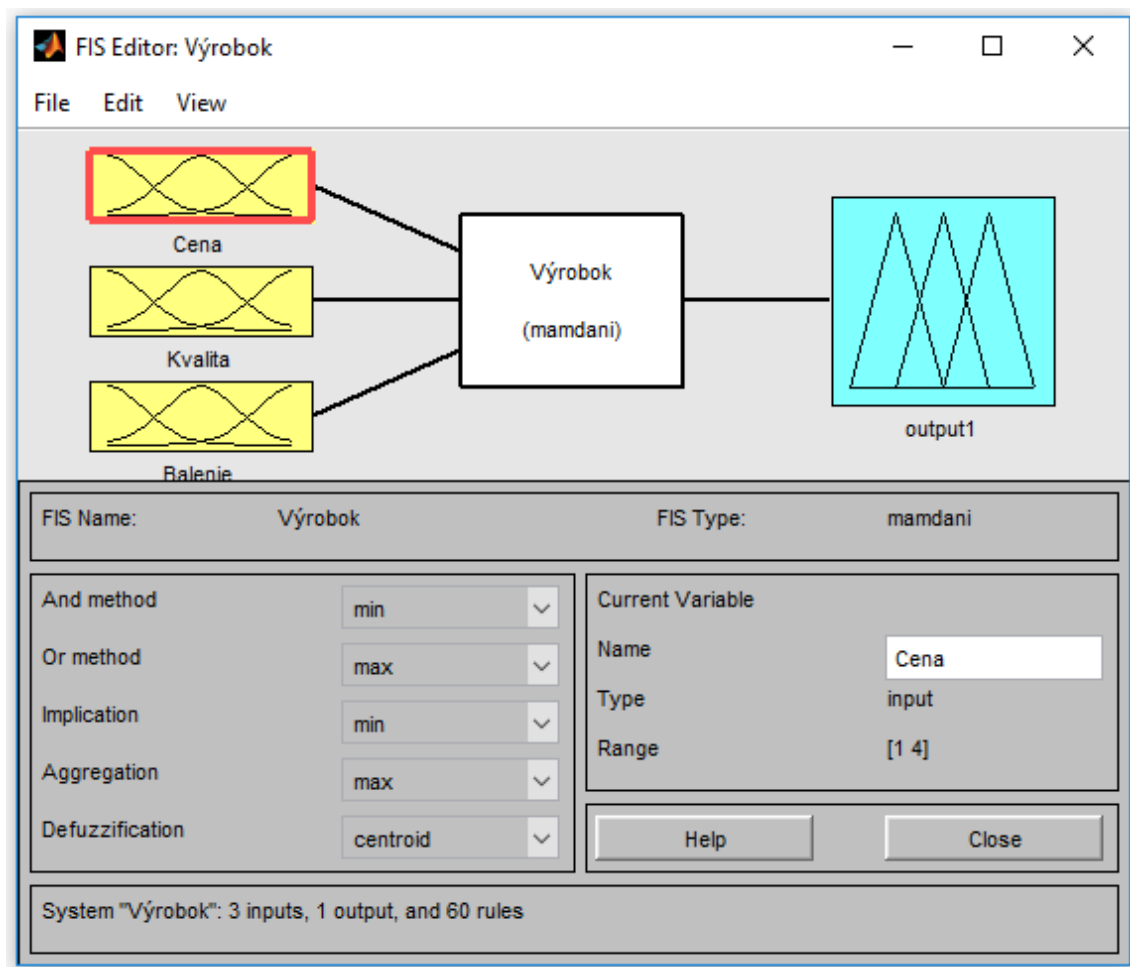
Každý z troch podsystémov tvorí samostatný FIS súbor. Výsledný FIS súbor použije tieto podsystémy ako vstupné premenné pre získanie výsledného hodnotenia. Spustiteľný m. súbor vygeneruje formulár za pomoci ktorého sa načítajú jednotlivé časti modelu, ktoré systém spojí dohromady a následne vyhodnotí.

### 3.2.3 Vytvorený fuzzy model

V tejto podkapitole bude ukázaná a popísaná tvorba riešenia fuzzy systému v programe MATLAB.

#### FIS editor

Jedná sa o editor interferenčného systému fuzzy regulátora. Spustíme ho pomocou príkazu fuzzy v programe MATLAB do príkazového riadku. V okne editora môžeme zvoliť mená jednotlivých vstupov a výstupov a taktiež základné vlastnosti (fuzzifikácia, defuzzifikácia, atd.). Na nasledujúcom Obrázku 24 môžeme vidieť FIS editor týkajúci sa výrobku, ktorý tvorí vstupné premenné : cenu, kvalita a balenie.

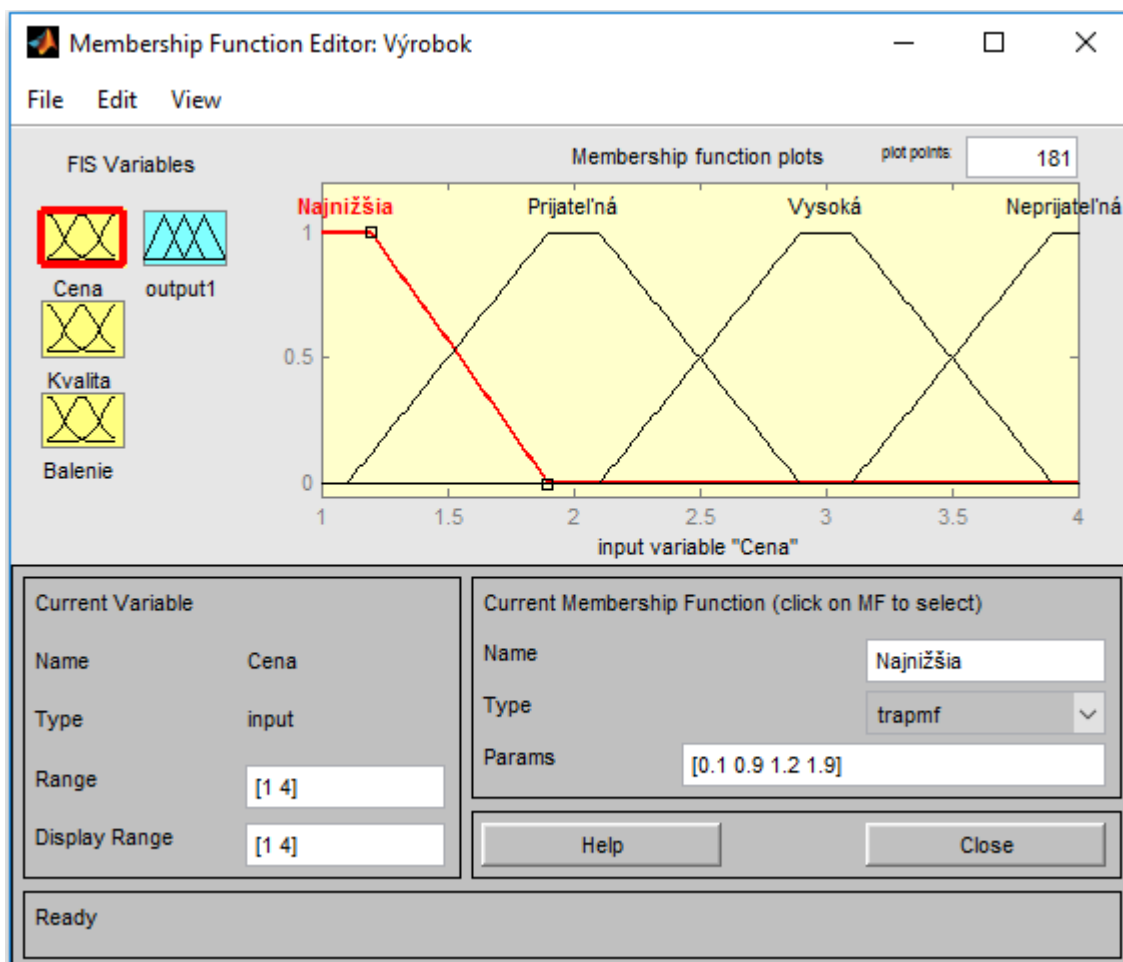


Obrázok 24: FIS Editor: podsystem „Výrobek“ (Zdroj: vlastný)

### Membership Function Editor

Druhým editorom je Membership Function Editor, v ktorom bolo nutné nastaviť členské funkcie pre jednotlivé vstupné a výstupné premenné. Spustenie tohto Editoru prebehne po kliknutí na vybranú funkciu alebo môžeme použiť klávesovú skratku CTRL + 2.

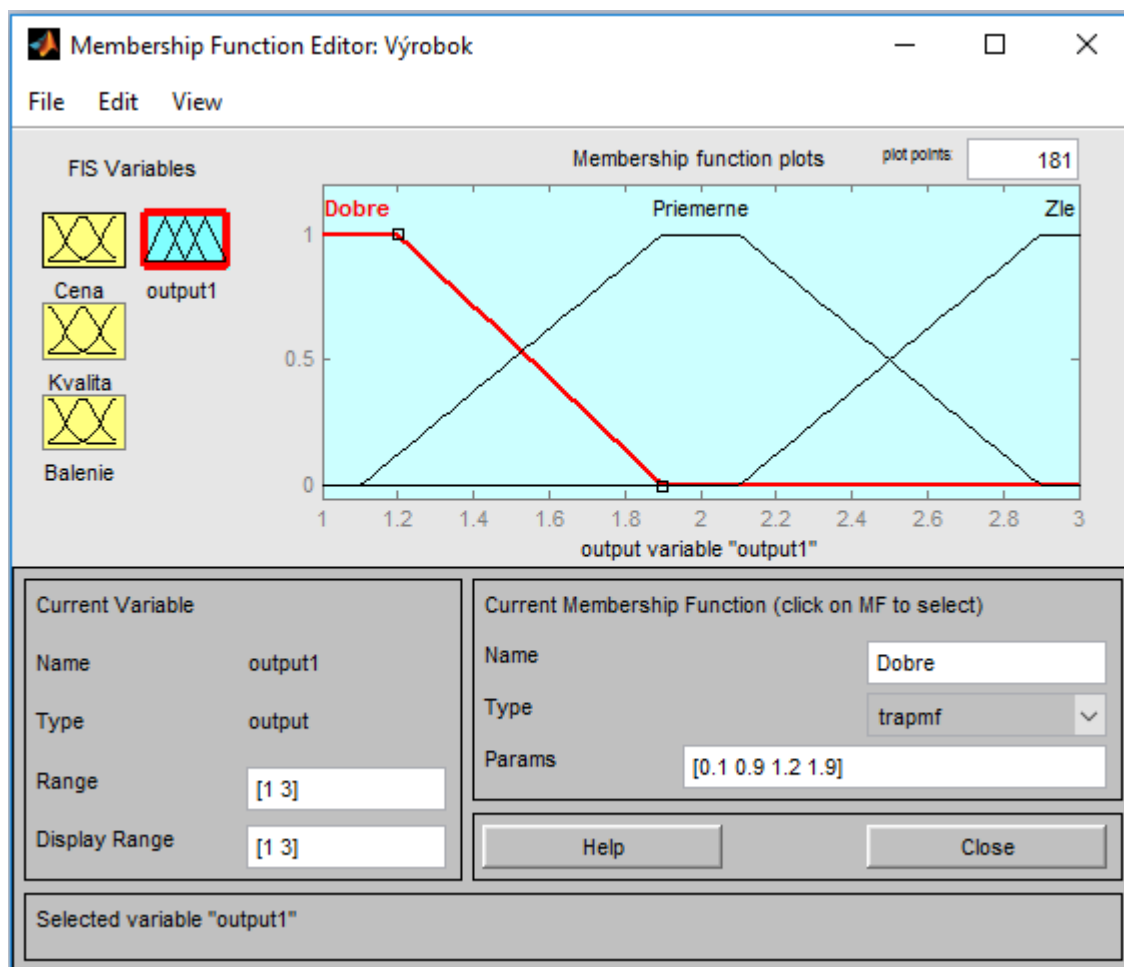




Obrázok 25: Membership Function Editor: „Kvalita“ (Zdroj: vlastný)

Ako je možné vidieť na Obrázku 25 ako príklad bola zvolená vstupná premenná „Kvalita“. Táto vstupná premenná je rozdelená na štyri funkcie členstva, rovnako ako v modele MS Excel, aj tu má rovnaké názvy a to : „Najnižšia“, „Priateľná“, „Vysoká“ a „Nepriateľná“. V tomto prípade sa jednalo o typ členskej funkcie „TRAMPF“.

Na Obrázku 26 je znázornený editor pre výstupnú premennú. Výstupná premenná je rozdelená na tri časti hodnotenia: „Dobré“, „Priemerné“ a „Zlé“. V tomto prípade bola opäť využitá členská funkcia „TRAMPF“.



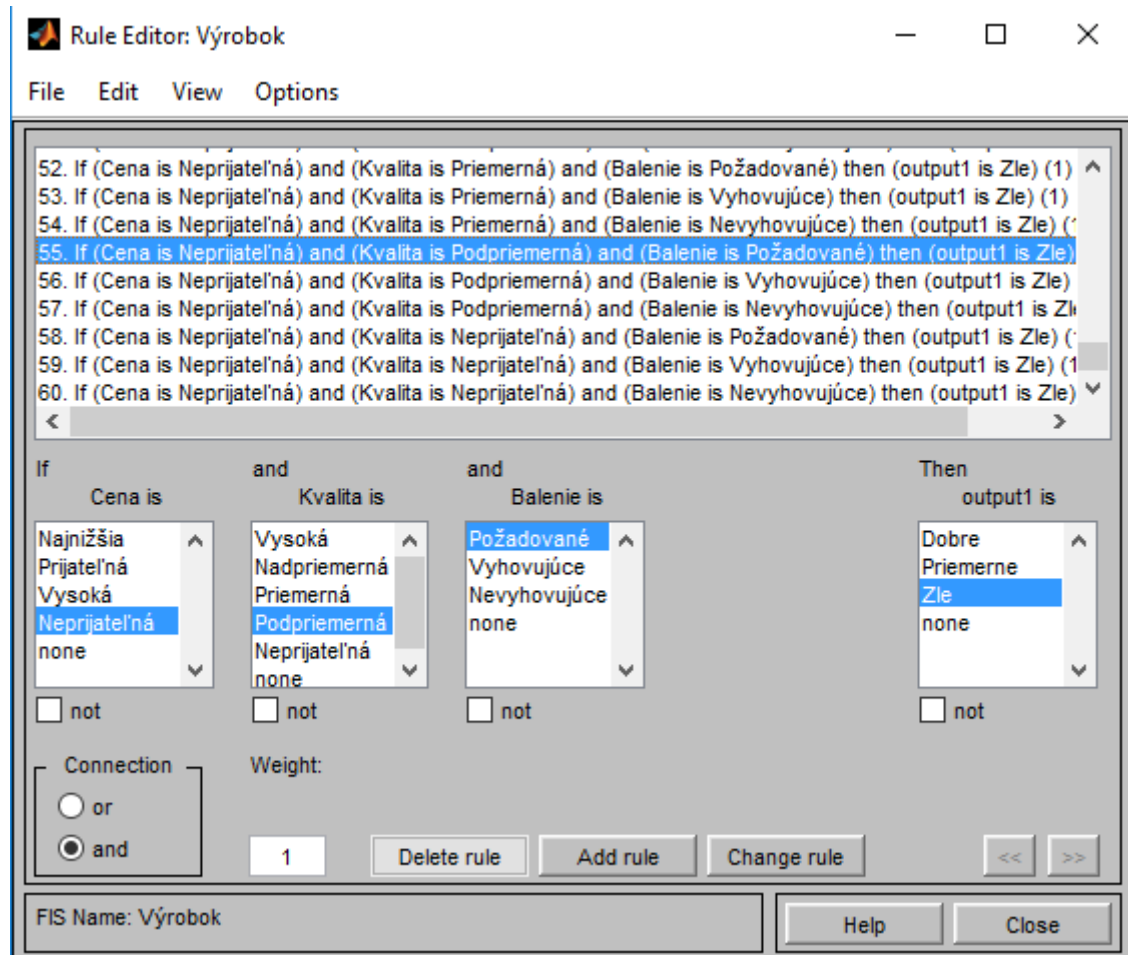
Obrázok 26: Membership Function Editor: „Výstupná premenná“ (Zdroj: vlastný)

### 3.2.4 Tvorba pravidiel

Nastavenie pravidiel je robené prostredníctvom Rule editoru. Rule editor spustíme pomocou klávesy Ctrl + 3. Tu sa nám zobrazia vstupné a výstupné premenné a ich jednotlivé atribúty. Každdej premennej môžeme nastaviť ľubovoľnú váhu hodnoty. Nastavenie pravidiel prebieha tak, že zvolíme kombináciu atribútov vstupných premenných, ktorým priradíme atribút výstupnej premennej.

Čo sa týka subsystému „Výrobok“, máme tri vstupné premenné, prvá premenná „Cena“ má 4 atribúty, druhá premenná „Kvalita“ má päť atribútov a tretia premenná „Balenie“ má tri atribúty, takže dokopy máme 60 pravidiel ( $4 * 5 * 3$ ).

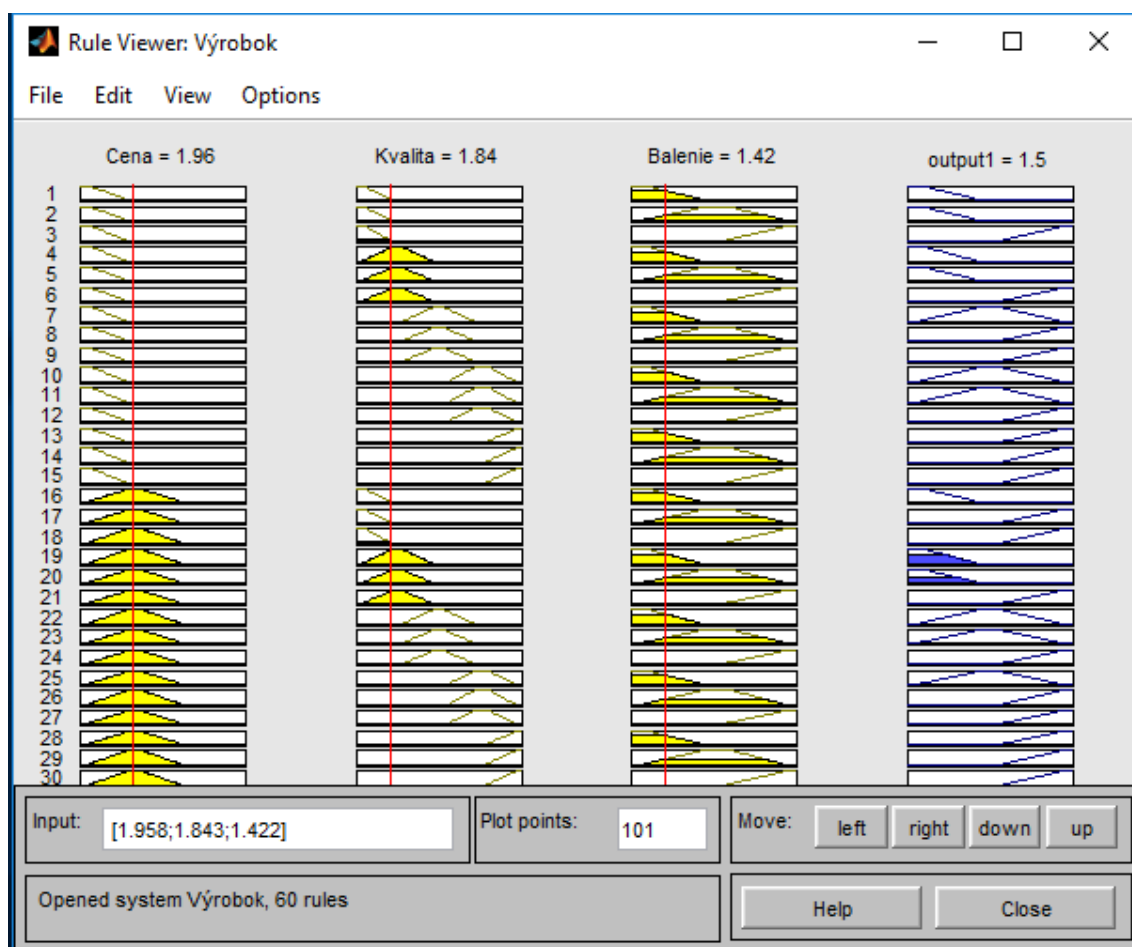
Na príklade na nasledujúcom Obrázku 27 je pravidlo, ktoré udáva, že ak je „Cena“ neprijateľná, „Kvalita“ je podpriemerná ale „Balenie“ je požadované, potom sa jedná o výstup v kategórii „Zle“.



Obrázok 27: Rule editor: výrobok (Zdroj: vlastný)

## Rule Viewer

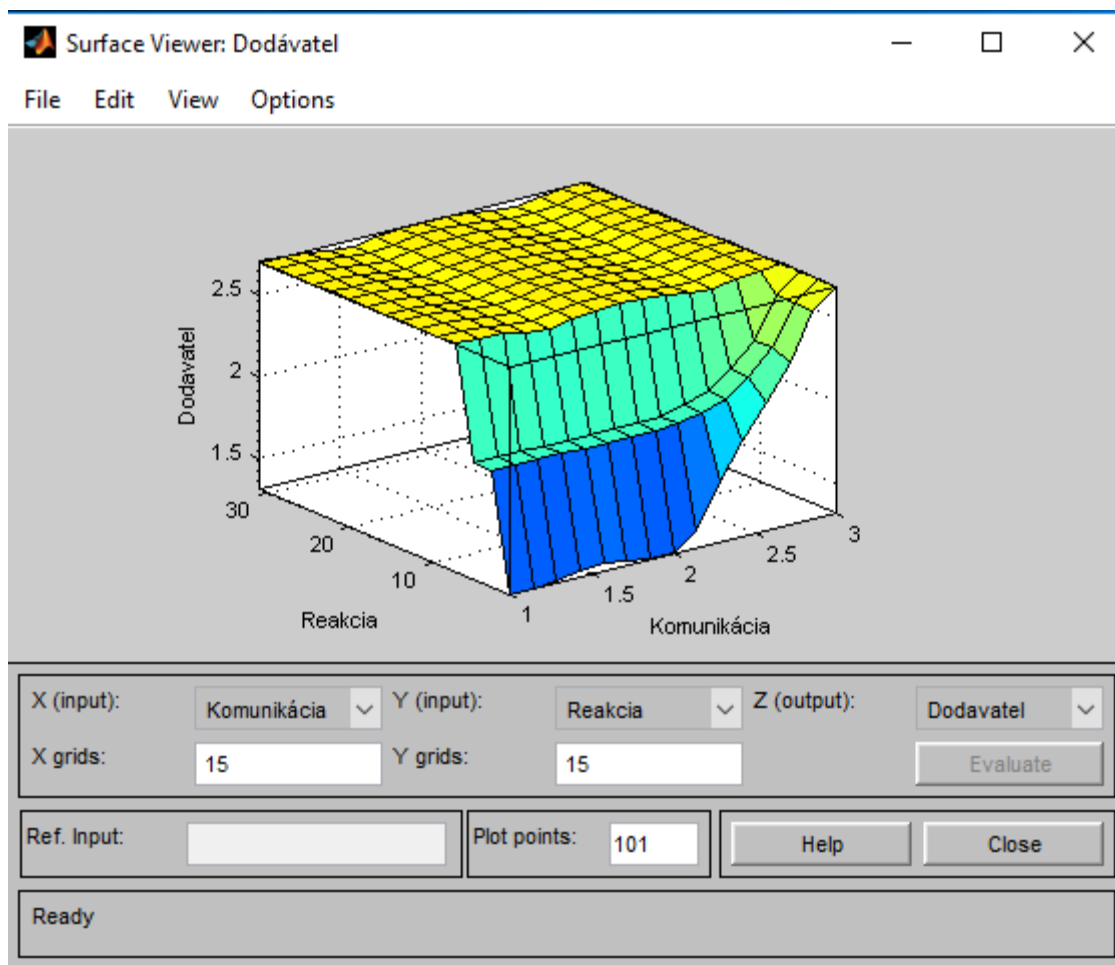
Tento Editor je možné spustiť pomocou menu View zvolením Rule Viewer. Akonáhle sú pravidlá nadefinované, môžeme zobrazíť všetky výstupné a vstupné premenné. Pomocou Rule Viewer môžeme lepšie zobrazíť navolené pravidlá. Červená čiara jednotlivých stĺpcov značí hodnotu vstupov a jej posúvaním sa môžu meníť ich hodnoty. V poslednom stĺpci je zobrazená výstupná hodnota. Rule Viewer nám umožní názorne overíť funkčnosť nami nastavených pravidiel.



**Obrázok 28: Rule Viewer: Výrobok** (Zdroj: vlastný)

Pre náhľad vytvorených pravidiel môžeme použiť taktiež Surface Viewer. Tento nástroj nám umožní graficky zobrazit' závislosti dvoch vybraných vstupných premenných na výslednom hodnotení. Vďaka tomuto môžeme kontrolovať, či sú pravidla správne nastavené, podľa ktorých sa bude systém chovať a vyhodnocovať zadané dáta. Plocha by mala byť rozťahnutá po celom kvádri v horizontálnom aj vertikálnom smere.

Na nasledujúcom Obrázku 29 je vložený náhľad na pravidlá pod systému „Dodávateľ“, kde je na ose x znázornená reakcia dodávateľa, teda počet dní, za ktoré dodávateľ zareagoval a na ose y komunikácia dodávateľa. Na ose z sa nachádza hodnotenie týchto podmienok, pričom platí, že čím vyššia hodnota, tým horšie podmienky.



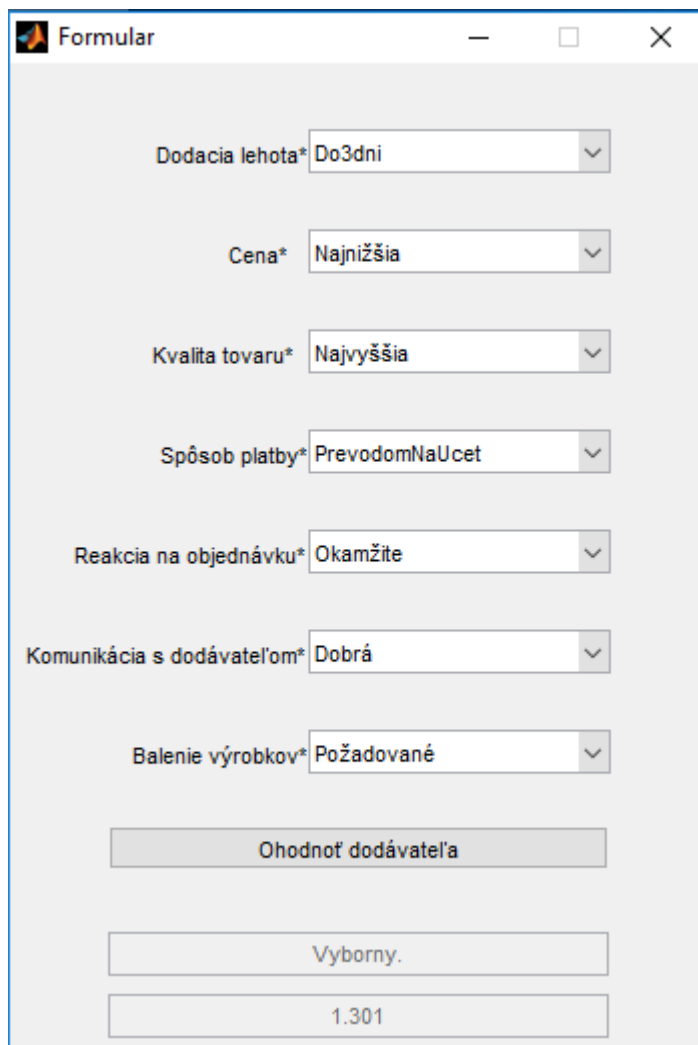
Obrázok 29: Surface Viewer: Dodávateľ (Zdroj: vlastný)

### 3.2.5 Formulár vyhodnotenia

Po vytvorení fuzzy modelu môžeme s výsledným modelom pracovať pomocou dvoch variant. Jednou z nich je vytvorenie jednoduchého užívateľského textového rozhrania, do ktorého užívateľ zadá postupne vstupy, podľa pravidiel do programu MATLAB Command Window. Tento spôsob ale nie je pre začiatočníkov prehľadný.

Z tohto dôvodu je v tejto diplomovej práci využitá druhá varianta, a to využitie prostredia MATLAB GUI, v ktorom bol vytvorený formulár hodnotenia, podobný formuláru, pomocou ktorého sa hodnotil a vkladal nový dodávateľ do modelu MS Excel. Toto riešenie je pre začínajúceho užívateľa ďaleko prehľadnejšie a príjemnejšie. Hodnotiaci formulár môžeme spustiť buď otvorením súboru „Formular.m“ a následným stlačením tlačidla „Run“, poprípade stlačením klávesy F5.

Druhou možnosťou pre spustenie formuláru je, že napíšeme do Command Window príkaz „Formular“ a stlačíme tlačidlo Enter.



**Obrázok 30: Formulár hodnotenia** (Zdroj: vlastný)

Ako je možné vidieť na Obrázku 30, formulár hodnotenia v prostredí MATLAB GUI je zostavený zo siedmich Pop-up Menu, ktoré zobrazujú jednotlivé možnosti pre konkrétne kritérium. Všetky popisy jednotlivých Pop-up Menu (listboxov) sú realizované pomocou grafických objektov Static Text. Na tomto formulári sa taktiež nachádza Push Button, ktorý nesie názov „Ohodnot' dodávateľa“ a po jeho spustení príde k vyhodnoteniu daného dodávateľa a výslednú hodnotu program napíše

do Textboxov, ktoré sú umiestnené na samom konci formulára a je na nich zakázaná editácia.

Aby formulár hodnotenia fungoval správne, je nutné k automaticky vygenerovanému m. súboru „Formular.m“ zapísať kód, ktorý zabezpečuje načítanie všetkých potrebných fis. Súborov, čo zabezpečí funkcia readfis. Ďalej je taktiež nutné zvolené hodnoty užívateľom z Pop-up Menu uložiť do premenných pomocou príkazu get. Na koniec pre vyhodnotenie systému použijeme funkciu evalfis.

Časť dopísaného programu podmienená udalosťou kliknutia na Pushbutton „Ohodnot dodávateľa“, ktorá načíta a vyhodnotí dáta všetkých podsystémov, je vložená ako Obrázok 31.

```
% --- Executes on button press in pushbutton.
function pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

vyrobok = readfis('Výrobok.fis');
dodavatel = readfis('Dodávateľ.fis');
dodanie = readfis('Dodanie.fis');
hodnotenie = readfis('Celkový.fis');

dodanieLehota = get(handles.popupmenu1, 'Value')

vyrobokKvalita = get(handles.popupmenuKvalitaTovaru, 'Value')

vyrobokCena = get(handles.popupmenuCena, 'Value')

vyrobokBalenie = get(handles.popupmenuBalenieVyrobkov, 'Value')
dodavatelKomunikacia = get(handles.popupmenuKomunikaciaSDodavateľom, 'Value')
dodavatelReakcia = get(handles.popupmenuReakciaNaObjednavku, 'Value')

dodaniePlatba = get(handles.popupmenuSpôsobPlatby, 'Value')

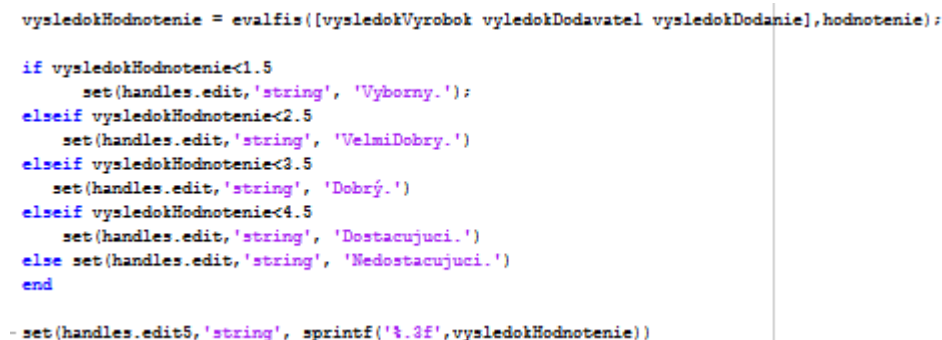
vysledokVyrobo = round(evalfis([vyrobokCena vyrobokKvalita vyrobokBalenie],vyrobok));
vyledokDodavatel = round(evalfis([dodavatelKomunikacia dodavatelReakcia],dodavatel));
vysledokDodanie = round(evalfis([dodanieLehota dodaniePlatba],dodanie));
```

Obrázok 31: Skript pre načítanie a vyhodnotenie dát podsystémov (Zdroj: vlastný)

Ak sú zadané dáta načítané a vyhodnotené všetky podsystémy, je nutné výsledky týchto podsystémov načítať do posledného a zároveň celkového subsystému, pomocou ktorého bude generované celkové hodnotenie dodávateľa.

Vyhodnotenie subsystému je uskutočnené taktiež funkciou evalfis. Výsledkom bude bodové ohodnotenie. Pre stanovenie slovného ohodnotenia bol použitý príkaz if a pomocou príkazu set boli výsledky zapísané do príslušných objektov Edit Text. Časť programu, ktorá umožňuje tieto úkony spomínané vyššie, je vložená ako Obrázok 32.

```
vysledokHodnotenie = evalfis([vysledokVyroba vysledokDodavatel vysledokDodanie],hodnotenie);  
  
if vysledokHodnotenie<1.5  
    set(handles.edit,'string','Výborný.');
```

The image shows a MATLAB script snippet for evaluating a subsystem. It starts with a line that calls the 'evalfis' function with three input vectors and a scalar 'hodnotenie'. Below this, there is an 'if' statement with five 'elseif' branches and one 'else' branch. Each branch uses the 'set' function to update the 'string' property of a specific 'handles.edit' object. The branches correspond to different numerical ranges of 'vysledokHodnotenie' and assign qualitative labels in Slovak: 'Výborný.' (Excellent), 'VelmiDobry.' (Very Good), 'Dobrý.' (Good), 'Dostacujuci.' (Satisfactory), and 'Nedostacujuci.' (Unsatisfactory). The script ends with a line that sets 'handles.edit5' to a formatted string of the final 'vysledokHodnotenie' value using 'sprintf' with a format of '%.3f'.

```
    elseif vysledokHodnotenie<2.5  
        set(handles.edit,'string','VelmiDobry.')
```

```
    elseif vysledokHodnotenie<3.5  
        set(handles.edit,'string','Dobrý.')
```

```
    elseif vysledokHodnotenie<4.5  
        set(handles.edit,'string','Dostacujuci.')
```

```
    else set(handles.edit,'string','Nedostacujuci.')
```

```
end
```

```
- set(handles.edit5,'string', sprintf('%.3f',vysledokHodnotenie))
```

Obrázok 32: Skript celkového hodnotenia (Zdroj: vlastný)



### 3.3 Praktické využitie modelu

Táto časť tejto diplomovej práce bude venovaná hodnoteniu potencionálnych dodávateľov pre spoločnosť Fast & Healthy, ktoré spoločnosť kontaktovala v rámci výberového konania. V konečnom dôsledku vedenie spoločnosti oslovilo celkom sedem dodávateľských spoločností, pričom na správu zareagovali všetky z nich.

Takže z tohto dôvodu bude ohodnotených celkom sedem potencionálnych dodávateľov a k hodnoteniu budú využité oba modely, ako model vytvorený v prostredí MS Excel, tak aj model vytvorený v prostredí MATLAB - Fuzzy Logic Toolbox.

Výsledky, ktoré vygenerovali oba z modelov budú následne porovnané a interpretované.

#### 3.3.1 Potencionálni dodávatelia

Keďže si spoločnosť nepriala uverejniť citlivé informácie o dodávateľských spoločnostiach, nebudú v tejto práci spomenuté názvy dodávateľov, pomocou ktorých by bolo možné daného dodávateľa identifikovať. Z tohto dôvodu budú premenované dodávateľské spoločnosti a budú evidované pod číslami.

##### **Dodávateľ 1**

Dodacia lehota:	Do 1 týždňa
Cena:	Najnižšia
Kvalita tovaru:	Najvyššia
Spôsob platby:	Na dobierku
Reakcia na objednávku:	Okamžite
Komunikácia s dodávateľom:	Dobrá
Balenie výrobkov:	Požadované

##### **Dodávateľ 2**

Dodacia lehota:	Do 2 týždňov
Cena:	Prijateľná
Kvalita tovaru:	Najvyššia

Spôsob platby:	Na dobierku
Reakcia na objednávku:	Do 1 týždňa
Komunikácia s dodávateľom:	Priemerná
Balenie výrobkov:	Nevyhovujúce

### **Dodávateľ 3**

Dodacia lehota:	Do 3 dní
Cena:	Prijateľná
Kvalita tovaru:	Priemerná
Spôsob platby:	Na dobierku
Reakcia na objednávku:	Okamžite
Komunikácia s dodávateľom:	Priemerná
Balenie výrobkov:	Požadované

### **Dodávateľ 4**

Dodacia lehota:	Do 2 týždňov
Cena:	Najnižšia
Kvalita tovaru:	Najvyššia
Spôsob platby:	Na splátky
Reakcia na objednávku:	Okamžite
Komunikácia s dodávateľom:	Dobrá
Balenie výrobkov:	Požadované

### **Dodávateľ 5**

Dodacia lehota:	Do 2 týždňov
Cena:	Vysoká
Kvalita tovaru:	Priemerná
Spôsob platby:	Prevodom na účet
Reakcia na objednávku:	Do 3 dní
Komunikácia s dodávateľom:	Priemerná
Balenie výrobkov:	Nevyhovujúce

### **Dodávateľ 6**

Dodacia lehota:	Do 1 mesiaca
Cena:	Najnižšia
Kvalita tovaru:	Najvyššia
Spôsob platby:	Prevodom na účet
Reakcia na objednávku:	Do 1 týždňa
Komunikácia s dodávateľom:	Priemerná
Balenie výrobkov:	Nevyhovujúce

### **Dodávateľ 7**

Dodacia lehota:	Do 3 dní
Cena:	Najnižšia
Kvalita tovaru:	Nadpriemerná
Spôsob platby:	Na dobierku
Reakcia na objednávku:	Do 3 dní
Komunikácia s dodávateľom:	Dobrá
Balenie výrobkov:	Požadované

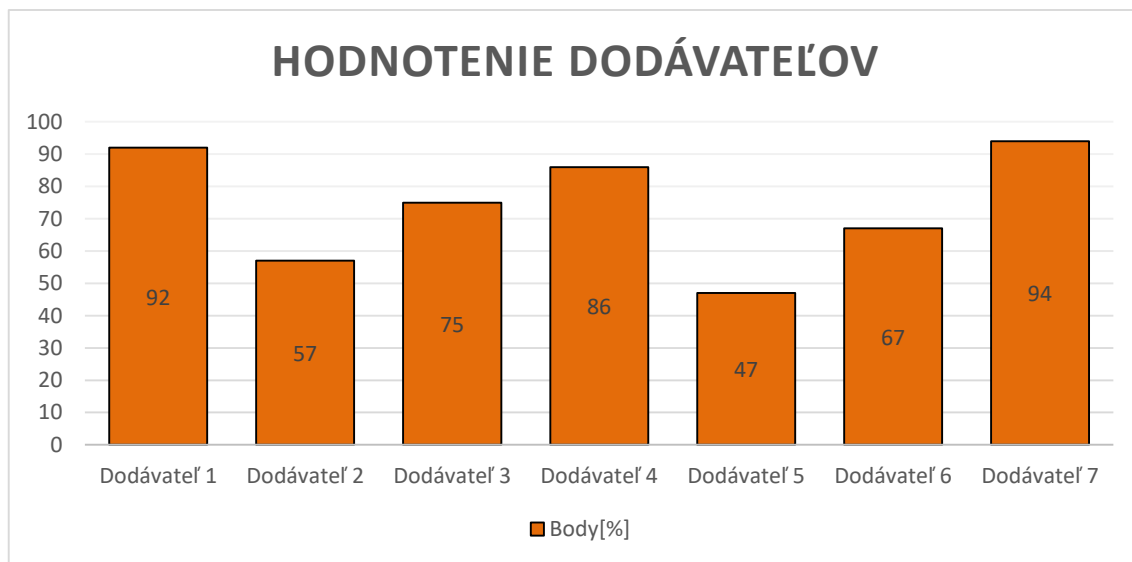
### **3.3.2 Vyhodnotenie dodávateľov v prostredí MS Excel**

V tomto oddieli diplomovej práce budú vyhodnotení dodávatelia firmy v prostredí MS Excel. Podľa postupu, ktorý bol popisovaný v kapitole 4.1, budú vkladané jednotlivé informácie o dodávateľoch do vytvoreného rozhodovacieho systému.

Jednotlivé výsledky budú zaznamenané v liste programu MS Excel „Zoznam dodávateľov“ a pre tieto výsledky bude taktiež vygenerovaný graf pre jednotlivých dodávateľov.

**Tabuľka 13: Vyhodnotenie dodávateľov: MS Excel (Zdroj: vlastný)**

Názov dodávateľa	Body[%]	Slovné ohodnotenie
Dodávateľ 1	92	Výborný
Dodávateľ 2	57	Dostačujúci
Dodávateľ 3	75	Dobrý
Dodávateľ 4	86	Veľmi dobrý
Dodávateľ 5	47	Nevyhovujúci
Dodávateľ 6	67	Dostačujúci
Dodávateľ 7	94	Výborný



**Graf 1: Vyhodnotenie dodávateľov: MS Excel (Zdroj: vlastný)**

V Tabuľke 13 a v Grafe 1 sú zobrazené vyhodnotenia jednotlivých dodávateľov. V tomto modeli platí, že čím viac percent má daný dodávateľ, tým má lepšie hodnotenie.

Kľúč, podľa ktorého boli k jednotlivým percentám pridané výsledné slovné hodnotenia dodávateľov je nasledovný:

- Hodnoteniu „Výborný“ prislúcha interval 100% – 90%
- Hodnoteniu „Veľmi dobrý“ prislúcha interval 89% – 80%
- Hodnoteniu „Dobrý“ prislúcha interval 79% – 70%
- Hodnoteniu „Dostačujúci“ prislúcha interval 69% – 60%
- Hodnoteniu „Nevyhovujúci“ prislúcha interval 59% – 50%

Ako môžeme vidieť vo vyššie uvedenej Tabuľke 13 alebo v Grafe 1 hodnotenie „Výborný“, získali až dvaja z oslovených dodávateľov a to Dodávateľ 1 a Dodávateľ 7, čo znamená že dosiahli v bodovom hodnotení nad 90%. Ako druhý sa umiestnil Dodávateľ 4 so slovným hodnotením „Veľmi dobrý“. Dodávateľ 3 prešiel s hodnotením 75%, teda „Dobrý“, pretože v ponuke pre spoločnosť Fast & Healthy bola cena jednotlivých výrobkov vyššia ako u predchádzajúcich dodávateľov. Dodávateľom 2 a 6 prislúcha slovné hodnotenie „Dostačujúci“, pretože sa ich bodové hodnotenie nachádzalo v intervale 69% – 60%. Dodávateľ 5 bol ohodnotený 47%, čo znamená, že mu prislúcha slovné hodnotenie „Nevyhovujúci“, na čo najviac vplývala vysoká cena a priemerná kvalita výrobku.

Podľa týchto výsledkov, ktoré boli vygenerované fuzzy modelom v prostredí MS Excel by spoločnosť Fast & Healthy mala nadviazať kontakt s Dodávateľom 1 a Dodávateľom 7. S Dodávateľom 4 by mala zvážiť spoluprácu a podľa výsledkov hodnotení ostatných dodávateľov nie je s nimi doporučená spolupráca.

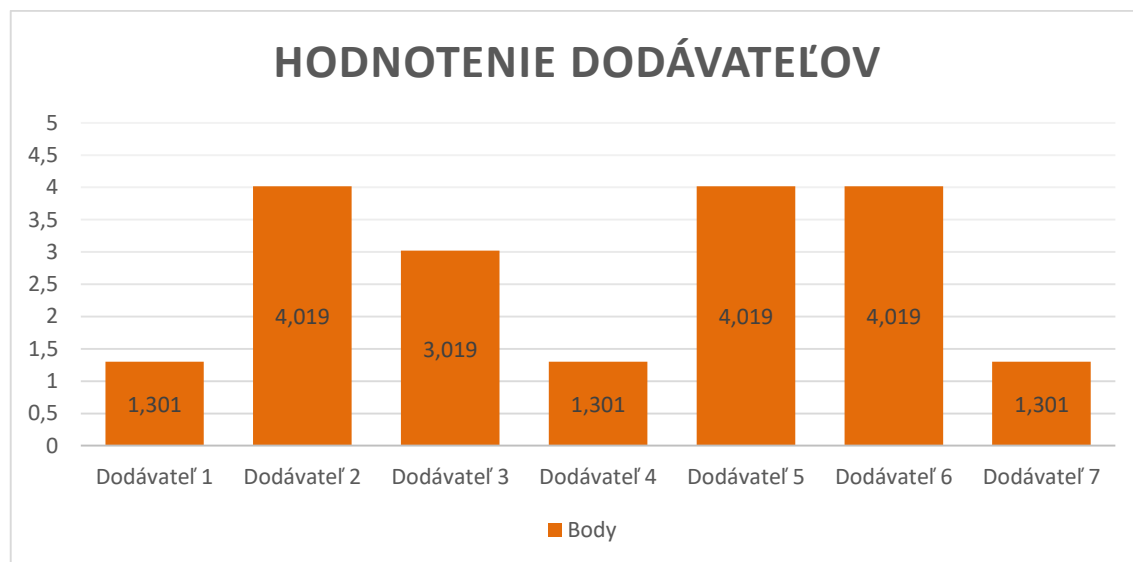
### **3.3.3 Vyhodnotenie dodávateľov v prostredí MATLAB**

Teraz vyhodnotíme jednotlivých oslovených dodávateľov pomocou druhého fuzzy modelu pomocou programu MATLAB, ktorý bol vytvorený v tejto diplomovej práci v kapitole 4.2.

Do formulára hodnotenia alebo po spustení súboru Formular.m budú postupne vkladané všetky dáta získané od oslovených dodávateľov. Zápis dodávateľov spracovaný fuzzy modelom v prostredí MATLAB - Fuzzy Logic Toolbox nezaznamenáva, preto si hodnotenie spracujeme pre každého dodávateľa a výsledné hodnoty zapíšeme do tabuľky a z nej bude vytvorený graf pre prehľadnejšie porovnanie jednotlivých dodávateľov.

**Tabuľka 14: Vyhodnotenie dodávateľov: MATLAB** (Zdroj: vlastný)

Názov dodávateľa	Body	Slovné ohodnotenie
Dodávateľ 1	1.301	Výborný
Dodávateľ 2	4.019	Dostačujúci
Dodávateľ 3	3.019	Dobry
Dodávateľ 4	1.301	Výborný
Dodávateľ 5	4.019	Dostačujúci
Dodávateľ 6	4.019	Dostačujúci
Dodávateľ 7	1.301	Výborný



**Graf 2: Vyhodnotenie dodávateľov: MATLAB** (Zdroj: vlastný)

Kľúč, podľa ktorého boli k jednotlivým bodovým hodnoteniam priradené premenné v MATLABE je daný rozložením členských funkcií výstupnej premennej:

- Hodnoteniu „Výborný“ prináleží interval 0 – 1.5 bodov vrátane
- Hodnoteniu „Veľmi dobrý“ prináleží 1.5 – 2.5 bodov vrátane
- Hodnoteniu „Dobrý“ prináleží interval 2.5 – 3.5 bodov vrátane
- Hodnoteniu „Dostačujúci“ prináleží interval 3.5 – 4.5 bodov vrátane
- Hodnoteniu „Nevyhovujúci“ prináleží interval viac ako 4.5 bodov

Ako je možné vidieť na tomto hodnotení, v tomto prípade najlepšiemu hodnoteniu pripadá čo najnižšia hodnota.

Ako môžeme vidieť v Tabuľke 14, podľa hodnotenia, ktoré bolo generované v prostredí MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox sa najlepšie umiestnili Dodávateľia 1,4, a 7 s bodmi 1.301 a slovnými hodnoteniami „Výborný“. Spoločnosť by s týmito dodávateľmi mala určite spolupracovať. Dodávateľovi 3 prislúcha hodnotenie „Dobrý“ s počtom bodov 3.019. Spoločnosť by s týmto dodávateľom mala zvážiť, či s ním bude spolupracovať, alebo nie. S Dodávateľmi 2, 5 a 6 by spoločnosť nemala nadviazať spoluprácu, pretože im systém vygeneroval hodnotenie „Dostačujúci“ s počtom bodov 4.019, ktoré je s porovnaním s ostatnými dodávateľmi veľmi nízke.

Hodnotenie, ktoré bolo vygenerované pomocou tohto fuzzy modelu vytvoreného v prostredí MATLAB - Fuzzy Logic Toolbox má veľmi podobné hodnotenie ako v predchádzajúcom modeli, pretože hovorí, že by pre spoločnosť Fast & Healthy mali byť vhodnými dodávateľmi pre spoluprácu Dodávateľ 1, 4 a 7.

### **3.3.4 Porovnanie výsledkov v prostredí MS Excel a v MATLABe**

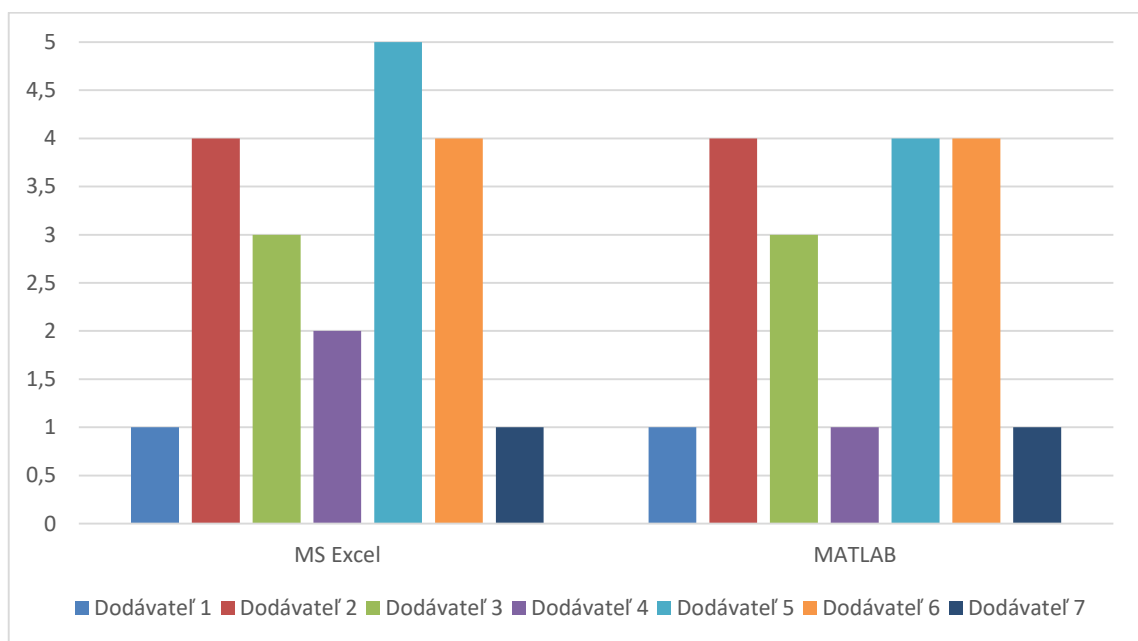
V tejto časti diplomovej práce budú porovnané jednotlivé výsledky oboch fuzzy modelov vytvorených v prostredí MS Excel a v prostredí MATLAB, aby bolo možné zistiť, či sa dané fuzzy modely od seba líšia alebo sú si podobné.

Oba programy mali nastavené výsledné hodnotenie rovnako, teda na 5 možností, a to: „Výborný“, „Veľmi dobrý“, „Dobrý“, „Dostatočný“ a „Nevyhovujúci“. V nasledujúcej

Tabuľke 15 a v nasledujúcom Grafe 3 sa nachádza porovnanie hodnotenia oboch fuzzy modelov.

**Tabuľka 15: Porovnanie hodnotení fuzzy modelov** (Zdroj: vlastný)

Názov dodávateľa	MS Excel	MATLAB
Dodávateľ 1	Výborný	Výborný
Dodávateľ 2	Dostačujúci	Dostačujúci
Dodávateľ 3	Dobry	Dobry
Dodávateľ 4	Veľmi dobrý	Výborný
Dodávateľ 5	Nevyhovujúci	Dostačujúci
Dodávateľ 6	Dostačujúci	Dostačujúci
Dodávateľ 7	Výborný	Výborný



**Graf 3: Porovnanie hodnotení fuzzy modelov** (Zdroj: vlastný)

Pri grafickom porovnaní výsledku hodnotenia dodávateľov fuzzy modelu v prostredí MS Excel a fuzzy modelu v prostredí MATLAB bolo použité bodové hodnotenie výsledkov od 1 do 5, aby bolo možné tieto výsledky porovnať.



Ako je možné vidieť z Tabuľky 14 ale aj z Grafu 3, výsledné hodnotenie sa líši len v dvoch prípadoch a to u Dodávateľa 5, kde hodnotenie v prostredí MS Excel je „Veľmi dobrý“ a hodnotenie v prostredí MATLAB bolo vygenerované ako „Výborný“ a taktiež u Dodávateľa 6, kde hodnotenie v prostredí MS Excel je „Nevyhovujúci“, zatiaľ čo výsledok vygenerovaný v prostredí MATLAB je „Dostačujúci“. Rozdielne hodnotenie u týchto dodávateľov a taktiež možné rozdiely v ďalších hodnotení dodávateľov sú dôsledkom rozdelenia systému v prostredí MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox na podsystémy, ktoré sú potom spájané do jedného, hlavného celkového systému (Celkovy.fis).

V konečnom dôsledku nie sú významné odlišnosti v hodnoteniach, ktoré vygenerovali oba spomínané modely. Výsledok hodnotenia oboch fuzzy systémov je veľmi podobný, pretože odporúča naviazanie spolupráce s Dodávateľmi 1 a 7 a taktiež s Dodávateľom 4.

### **3.4 Prínos návrhov riešení**

V rámci tejto diplomovej práce boli vytvorené dva rozhodovacie fuzzy systémy pre hodnotenie dodávateľov v prostredí MS Excel a taktiež v prostredí MATLAB. Pri oboch modeloch bol kladený dôraz na jednoduchosť systému pre začínajúceho užívateľa.

Aplikácia vytvorená pomocou MS Excel – Visual Basic dáva užívateľsky nenáročnú a prehľadnú možnosť výberu vhodného dodávateľa pre spoločnosť. Hodnotenie prebieha rýchle, jednoducho a nevyžaduje od užívateľa veľkú znalosť prostredia MS Excel.

Formulár vytvorený pomocou MATLAB GUI je taktiež jednoduchý na ovládanie rozhodovacieho modelu, no veľa spoločností prostredie MATLAB nevyužíva, takže bude potrebné daného užívateľa oboznámiť s týmto prostredím.

Oba modely, či už model vytvorený v prostredí MS Excel, alebo model vytvorený pomocou MATLABu – Fuzzy Logic Toolboxu poskytl užívateľovi podobný výsledok, že rovnako označili rovnakých najlepších dodávateľov a to Dodávateľa 1, 4 a 7.

Pre spoločnosť Fast & Healthy je doporučené využívať oba modely, či už model v prostredí MS Excel, alebo model vytvorený v prostredí MATLAB pomocou Fuzzy Logic Toolboxu, pretože jeden model by mal potvrdzovať správnosť výsledkov druhého modelu, teda výsledného hodnotenia dodávateľa.

V súčasnosti spoločnosť Fast & Healthy používa balík Office, teda využíva aj prostredie MS Excel, čiže vytvorený fuzzy model v prostredí MS Excel, ktorý bol naprogramovaný pomocou Visual Basicu môže používať. Pre používanie fuzzy modelu vytvoreného v prostredí MATLAB pomocou Fuzzy Logic Toolboxu bude musieť spoločnosť zakúpiť licencie v hodnote 101 592 CZK.

## ZÁVER

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvorenie dvoch fuzzy modelov pre výber a hodnotenie dodávateľov spoločnosti Fast & Healthy. Prvý z modelov bol vytvorený v prostredí MS Excel a naprogramovaný pomocou Visual Basic for Application. Druhý fuzzy model bol vytvorený v MATLABe pomocou Fuzzy Logic Toolboxu. Pri tvorbe modelov bol kladený dôraz na jednoduchosť a rýchle zorientovanie v prostredí, aby s programom mohol pracovať aj začínajúci užívateľ.

Úvod tejto diplomovej práce bol venovaný teoretickým východiskám, ktoré boli potrebné pre aplikáciu pri tvorbe oboch modelov.

V ďalšej časti tejto práce bola predstavená spoločnosť Fast & Healthy pre ktorú bola táto práca spracovaná. Boli tu uvedené základné informácie o spoločnosti, činnosť podnikania ale aj predstavenie organizačnej štruktúry. V tejto časti práce boli taktiež predstavené kritériá pre hodnotenie dodávateľov, ktoré boli potrebné pre vyhotovenie fuzzy modelov.

Ďalšia časť bola venovaná vytvoreniu modelov v prostredí MS Excel a MATLAB a vytvoreniu formulárov za pomoci Visual Basic for Application v MS Excel a taktiež za pomoci grafického rozhrania GUI v MATLABe.

Na záver tejto práce boli vyhodnotení spolu siedmi dodávatelia pre spoločnosť Fast & Healthy, pomocou vyššie spomínaných fuzzy modelov. Oba modely mali podobné výsledky a poukázali na možnú spoluprácu s dodávateľmi 1, 4 a 7.

Pre spoločnosť Fast & Healthy bolo doporučené využívanie oboch systémov zároveň, pretože výsledok jedného fuzzy systému potvrdí správnosť výsledkov druhého systému a naopak.

V prípade že by mala spoločnosť záujem o doplnenie nových kritérií pre dodávateľov v jednotlivých modeloch, alebo rozvíjať dané modely, je možné dohodnúť sa na ďalšej

možnej spolupráci. Tieto modely by dokonca mohla využívať kľudne aj iná spoločnosť, lenže by bolo potrebné upraviť jednotlivé kritériá a požiadavky danej spoločnosti.

Jednotlivé časti diplomovej práce môžeme považovať za splnené, pretože oba rozhodovacie systémy boli vytvorené podľa predstáv spoločnosti a môžu byť pre spoločnosť dobrým nástrojom k uľahčeniu pri rozhodovaní a k automatizácii výberu dodávateľa. Oba vytvorené programy, teda aj samotná práca bola predložená jednému z konateľov spoločnosti Fast & Healthy, ktorý bude tento systém naďalej využívať. Práca je teda prínosom pre spoločnosť.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- 1) DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- 2) JURA, P. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, VUTIAM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.
- 3) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- 4) LAURENČÍK, M., BUREŠ, M. *Programování v Excelu 2010 & 2013: záznam, úprava a programování maker*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013, 198 s. ISBN 978-80-247-5033-0.
- 5) KRÁL, M. *Excel VBA*. Praha: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2358-4
- 6) FULLÉR, Robert. *Introduction to neuro-fuzzy systems*. New York: Physica-Verlag, c2000, 289 s. ISBN 37-908-1256-0.
- 7) THE MATHWORKS. *Fuzzy Logic Toolbox*. [online]. ©1994-2016 [cit. 2017-02-14] Dostupné z: <http://www.mathworks.com/products/fuzzylogic/index.html>
- 8) THE MATHWORKS. *The MathWorks*. [online]. © 1994-2015 The MathWorks [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/>
- 9) THE MATHWORKS. *MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox - User's Guide*. The MathWorks, Inc. c1995-2001.

- 10) HUMUSOFT. *MATLAB: Jazyk pro technické výpočty* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.humusoft.cz/matlab/details/>
- 11) FUZZY LOGIKA. *Definice, pojmy k zapamatování* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=21852](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21852)
- 12) JUSTICE.CZ. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <https://or.justice.cz>
- 13) HUMSOFT. *Ceník produktů systému MATLAB - individuální licence* [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <http://www.humusoft.cz/DOCS/matlab.pdf>
- 14) FAST&HEALTHY. *O společnosti*. [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.fastandhealthy.cz/about>
- 15) FAST&HEALTHY. *Catering* [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.fastandhealthy.cz/about>
- 16) SWEET&HEALTHY. *O projektu Sweet & Healthy* [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.sweetandhealthy.cz/>

## ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Transformačná matica – popis (Zdroj: vlastný) .....	20
Tabuľka 2: Transformačná matica – príklad (Zdroj: vlastný) .....	20
Tabuľka 3: Stavová matica (Zdroj: vlastný) .....	20
Tabuľka 4: Retransformačná matica (Zdroj: vlastný) .....	21
Tabuľka 5: Popis transformačnej matice – 1.časť (Zdroj: vlastný) .....	39
Tabuľka 6: Popis transformačnej matice – 2.časť (Zdroj: vlastný) .....	39
Tabuľka 7: Popis transformačnej matice – 1.časť (Zdroj: vlastný) .....	40
Tabuľka 8: Popis transformačnej matice – 2.časť (Zdroj: vlastný) .....	40
Tabuľka 9: Stavová matica – 1.časť (Zdroj: vlastný) .....	41
Tabuľka 10: Stavová matica – 2.časť (Zdroj: vlastný) .....	41
Tabuľka 11: Retransformačná matica (Zdroj: vlastný) .....	42
Tabuľka 12: licencia MATLAB (Zdroj: vlastný podľa [13]) .....	46
Tabuľka 13: Vyhodnotenie dodávateľov: MS Excel (Zdroj: vlastný) .....	60
Tabuľka 14: Vyhodnotenie dodávateľov: MATLAB (Zdroj: vlastný) .....	62
Tabuľka 15: Porovnanie hodnotení fuzzy modelov (Zdroj: vlastný) .....	64

## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Príklad reálnej situácie (Zdroj: [2]).....	14
Obrázok 2: Rozhodovanie riešené fuzzy spracovaním (Zdroj: [1]) .....	16
Obrázok 3: Priebeh a definícia $\Gamma$ funkcie (Zdroj: [2]) .....	17
Obrázok 4: Priebeh a definícia $L$ funkcie (Zdroj: [2]).....	17
Obrázok 5: Priebeh a definícia $\Lambda$ funkcie (Zdroj: [2]) .....	17
Obrázok 6: Priebeh a definícia $\Pi$ funkcie (Zdroj: [2]) .....	18
Obrázok 7: Formulár aplikácie Visual Basic (Zdroj: vlastný).....	22
Obrázok 8: FSI Editor - príklad (Zdroj: [1]).....	24
Obrázok 9: Membership Function Editor – príklad (Zdroj: [1]) .....	25
Obrázok 10: Rule Editor – príklad (Zdroj: [1]) .....	26
Obrázok 11: Rule Viewer – príklad (Zdroj: [1]).....	26
Obrázok 12: Surface Viewer – príklad (Zdroj: [1]).....	27
Obrázok 13: Okno pre tvorbu formulára (Zdroj: vlastný) .....	28
Obrázok 14: Logo spoločnosti (Zdroj: [14]).....	31
Obrázok 15: Organizačná štruktúra spoločnosti (Zdroj: vlastný).....	32
Obrázok 16: Formulár pre spustenie programu (Zdroj: vlastný).....	36
Obrázok 17: Formulár pre ohodnotenie a pridanie dodávateľa (Zdroj: vlastný).....	37
Obrázok 18: Chybové hlásenie (Zdroj: vlastný).....	38
Obrázok 19: Hodnotenie dodávateľa (Zdroj: vlastný).....	38
Obrázok 20: Ukážka fuzzy modelu v MS Excel s hodnotením (Zdroj: vlastný).....	43
Obrázok 21: List „Zoznam dodávateľov“ (Zdroj: vlastný) .....	44
Obrázok 22: Náhľad tlače dodávateľov (Zdroj: vlastný).....	45
Obrázok 23: Schéma modelu (Zdroj: vlastný).....	47
Obrázok 24: FIS Editor: podsystém „Výrobok“ (Zdroj: vlastný).....	48
Obrázok 25: Membership Function Editor: „Kvalita“ (Zdroj: vlastný) .....	49
Obrázok 26: Membership Function Editor: „Výstupná premenná“ (Zdroj: vlastný) ....	50
Obrázok 27: Rule editor: výrobok (Zdroj: vlastný).....	51
Obrázok 28: Rule Viewer: Výrobok (Zdroj: vlastný).....	52
Obrázok 29: Surface Viewer: Dodávateľ (Zdroj: vlastný) .....	53



Obrázok 30: Formulár hodnotenia (Zdroj: vlastný).....	54
Obrázok 31: Skript pre načítanie a vyhodnotenie dát podsystémov (Zdroj: vlastný) ....	55
Obrázok 32: Skript celkového hodnotenia (Zdroj: vlastný) .....	56

## **ZOZNAM GRAFOV**

Graf 1: Vyhodnotenie dodávateľov: MS Excel(Zdroj: vlastný) .....	60
Graf 2: Vyhodnotenie dodávateľov: MATLAB (Zdroj: vlastný) .....	62
Graf 3: Porovnanie hodnotení fuzzy modelov (Zdroj: vlastný).....	64

## ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Tlač dodávateľov (príklad).....	I
Príloha 2: MS Excel – fuzzy model („FuzzyModel.xlsm“).....	CD
Príloha 3: MATLAB – podsystem Dodanie („Dodanie.fis“).....	CD
Príloha 4: MATLAB – podsystem Dodávateľ („Dodavatel.fis“).....	CD
Príloha 5: MATLAB – podsystem Výrobok („Vyrobok.fis“).....	CD
Príloha 6: MATLAB – celkový systém („Celkovy.fis“).....	CD
Príloha 7: MATLAB – formulár hodnotenia („Formular.m“).....	CD
Príloha 8: MATLAB – formulár hodnotenia („Formular.fig“).....	CD

## PRÍLOHA Č.1: TLAČ DODÁVATEĽOV (PRÍKLAD)



Dátum  
22.05.2017

### Hodnotenie dodávateľov

Názov dodávateľa	Dodacia lehota	Cena	Kvalita tovaru	Spôsob platby	Reakcia na objednávku	Komunikácia s dodávateľom	Balenie výrobkov	Body[%]	Slovné ohodnotenie
Dodávateľ 1	Do 1 týždňa	Najnižšia	Najvyššia	Na dobierku	Okamžite	Dobrá	Požadované	92	Výborný
Dodávateľ 2	Do 2 týždňov	Prijateľná	Najvyššia	Na dobierku	do 1 týždňa	Priemerná	Nevyhovujúce	57	Dostačujúci
Dodávateľ 3	Do 3 dní	Prijateľná	Priemerná	Na dobierku	Okamžite	Priemerná	Požadované	75	Dobrý
Dodávateľ 4	Do 2 týždňov	Najnižšia	Najvyššia	Na splátky	Okamžite	Dobrá	Požadované	86	Veľmi dobrý
Dodávateľ 5	Do 2 týždňov	Vysoká	Priemerná	Prevodom na účet	Do 3 dní	Priemerná	Nevyhovujúce	47	Nevyhovujúci
Dodávateľ 6	Do 1 mesiaca	Najnižšia	Najvyššia	Prevodom na účet	do 1 týždňa	Priemerná	Nevyhovujúce	67	Dostačujúci
Dodávateľ 7	Do 3 dní	Najnižšia	Nadpriemerná	Na dobierku	Do 3 dní	Dobrá	Požadované	92	Výborný